

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-183975

(43)Date of publication of application : 28.06.2002

(51)Int.Cl.

G11B 7/0065

G11B 7/0045

G11B 7/09

G11B 7/135

(21)Application number : 2000-375452

(71)Applicant : OPTWARE:KK

(22)Date of filing : 11.12.2000

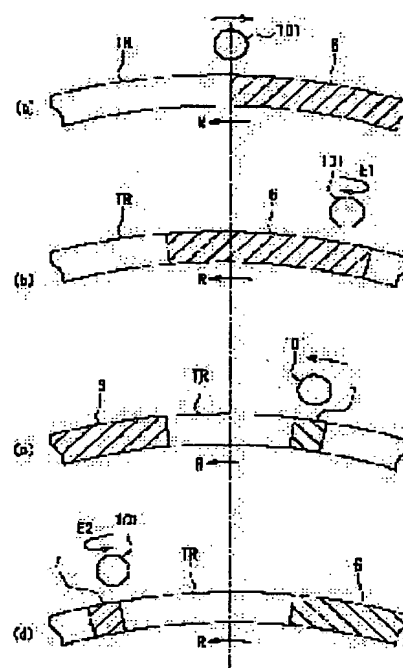
(72)Inventor : HORIGOME HIDEYOSHI

(54) DEVICE AND METHOD FOR OPTICAL INFORMATION RECORDING

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To record information by using a practical light source and by using holography in each information recording region while moving a recording medium having a plurality of information recording regions.

SOLUTION: When information is to be recorded in the information recording region 7 of the recording medium, the irradiation position 101 of the information light and the referential light for recording is moved for a prescribed period to follow up the one information recording region 7 which moves. Thus, the one information recording region 7 is continuously irradiated with the information light and the referential light for recording for a prescribed period, and the information is recorded in the information recording region 7 by the interference pattern produced by the interference between the information light and the referential light for recording.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

16.10.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3639212

[Date of registration]

21.01.2005

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-183975

(P2002-183975A)

(43) 公開日 平成14年6月28日 (2002.6.28)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
G 1 1 B	7/0065	G 1 1 B 7/0065	5 D 0 9 0
	7/0045	7/0045	A 5 D 1 1 8
	7/09	7/09	A 5 D 1 1 9
	7/135	7/135	A

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 39 頁)

(21) 出願番号 特願2000-375452(P2000-375452)

(22) 出願日 平成12年12月11日 (2000.12.11)

(71) 出願人 500112179

株式会社オプトウエア

神奈川県横浜市港北区新横浜二丁目5番1号 日総第13ビル7階

(72) 発明者 堀米 秀嘉

東京都渋谷区恵比寿1-22-23-405 株式会社オプトウエア内

(74) 代理人 100107559

弁理士 星宮 勝美

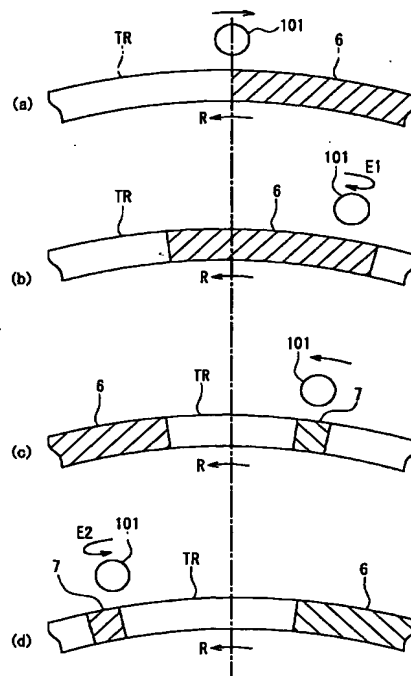
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光情報記録装置および方法

(57) 【要約】

【課題】 実用的な光源を用いて、複数の情報記録領域を有する記録媒体を移動させながら、各情報記録領域にホログラフィを利用して情報を記録することができるようにする。

【解決手段】 記録媒体の情報記録領域7に情報を記録する際には、所定の期間、移動する1つの情報記録領域7に情報光および記録用参照光の照射位置101が追従するように、照射位置101が移動される。これにより、所定の期間、1つの情報記録領域7に情報光および記録用参照光が照射され続け、この情報記録領域7に、情報光と記録用参照光との干渉による干渉パターンによって情報が記録される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の情報記録領域を有する記録媒体における各情報記録領域に、ホログラフィを利用して情報を記録するための光情報記録装置であって、前記情報記録領域に情報光と参照光との干渉による干渉パターンによって情報が記録されるように、前記記録媒体に対して情報光と参照光とを照射する照射手段と、前記記録媒体を移動させる記録媒体移動手段と、所定の期間、移動する 1 つの情報記録領域に前記情報光および参照光の照射位置が追従するように、前記情報光および参照光の照射位置を移動させる照射位置移動手段とを備えたことを特徴とする光情報記録装置。

【請求項 2】 前記記録媒体移動手段は、前記記録媒体を回転させることを特徴とする請求項 1 記載の光情報記録装置。

【請求項 3】 前記照射位置移動手段は、前記照射手段における情報光および参照光の出射位置を移動させることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の光情報記録装置。

【請求項 4】 前記記録媒体には、各情報記録領域を識別するための識別情報が記録されており、光情報記録装置は、更に、前記識別情報を検出する手段を備えていることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の光情報記録装置。

【請求項 5】 前記記録媒体には、各情報記録領域に対する前記情報光および参照光の照射位置を合わせるための位置決め情報が記録されており、光情報記録装置は、更に、前記位置決め情報を検出する手段を備えていることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の光情報記録装置。

【請求項 6】 前記照射手段は、前記情報光および参照光を、前記情報記録層に対して同一面側より同軸的に且つ同じ位置で最も小径となるように収束させながら照射することを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の光情報記録装置。

【請求項 7】 前記照射手段は、前記情報光および参照光を、前記情報記録層に対して互いに反対の面側より同軸的に且つ同じ位置で最も小径となるように収束させながら照射することを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の光情報記録装置。

【請求項 8】 複数の情報記録領域を有する記録媒体における各情報記録領域に、ホログラフィを利用して情報を記録する光情報記録方法であって、前記記録媒体を移動させる手順と、前記情報記録領域に情報光と参照光との干渉による干渉パターンによって情報が記録されるように、前記記録媒体に対して情報光と参照光とを照射する手順と、所定の期間、移動する 1 つの情報記録領域に前記情報光および参照光の照射位置が追従するように、前記情報光および参照光の照射位置を移動させる手順とを備えたこ

とを特徴とする光情報記録方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、複数の情報記録領域を有する記録媒体における各情報記録領域に、ホログラフィを利用して情報を記録するための光情報記録装置および方法に関する。

【0002】

【従来の技術】ホログラフィを利用して記録媒体に情報を記録するホログラフィック記録は、一般的に、イメージ情報を持った光と参照光とを記録媒体の内部で重ね合わせ、そのときにできる干渉パターンを記録媒体に書き込むことによって行われる。記録された情報の再生時には、その記録媒体に参照光を照射することにより、干渉パターンによる回折によりイメージ情報が再生される。

【0003】近年では、超高密度光記録のために、ポリウムホログラフィ、特にデジタルポリウムホログラフィが実用域で開発され注目を集めている。ポリウムホログラフィとは、記録媒体の厚み方向も積極的に活用して、3 次元的に干渉パターンを書き込む方式であり、厚みを増すことで回折効率を高め、多重記録を用いて記録容量の増大を図ることができるという特徴がある。そして、デジタルポリウムホログラフィとは、ポリウムホログラフィと同様の記録媒体と記録方式を用いつつも、記録するイメージ情報は 2 値化したデジタルパターンに限定した、コンピュータ指向のホログラフィック記録方式である。このデジタルポリウムホログラフィでは、例えばアナログ的な絵のような画像情報も、一旦デジタル化して、2 次元デジタルパターン情報に展開し、これをイメージ情報として記録する。再生時は、このデジタルパターン情報を読み出してデコードすることで、元の画像情報に戻して表示する。これにより、再生時に信号対雑音比 (S/N 比) が多少悪くても、微分検出を行ったり、2 値化データをコード化しエラー訂正を行ったりすることで、極めて忠実に元の情報を再現することが可能になる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、光を利用して円板状の記録媒体に情報を記録する一般的な記録装置は、記録媒体に対して情報記録用の光を照射する光ヘッドを備えている。そして、この記録装置では、記録媒体を回転させながら、光ヘッドより記録媒体に対して情報記録用の光を照射して、記録媒体に情報を記録するようになっている。また、この記録装置において、情報記録用の光を生成するための光源としては、一般的に半導体レーザが用いられている。

【0005】ホログラフィック記録においても、上記の一般的な記録装置と同様に、記録媒体を回転させながら、記録媒体に対して情報光と参照光とを照射して、記録媒体における複数の情報記録領域に順次情報を記録す

ることが考えられる。この場合には、一般的な記録装置と同様に、情報光および参照光用の光源としては、実用的な半導体レーザを用いることが望ましい。

【0006】しかしながら、現状のホログラフィ用の感光材料を用いてホログラフィック記録用の記録媒体を構成し、この記録媒体を回転させながら、半導体レーザを用いて生成された情報光および参照光を記録媒体に照射するようにした場合には、以下のような問題点がある。すなわち、この場合には、短時間で、記録媒体における1つの情報記録領域に、干渉パターンによって情報を記録するだけの十分な露光エネルギーを与えることが難しいという問題点がある。そこで、1つの情報記録領域に十分な露光エネルギーを与えるために露光時間を長くすることも考えられる。しかし、そうすると、1つの情報記録領域に対する露光時間における情報記録領域の移動距離が大きくなり、情報の精度が低下する。

【0007】ここで、上記の問題点について、具体例を挙げて詳しく説明する。光源として、半導体レーザではなく、パルスレーザのような高出力の光源を用いた場合には、記録媒体を回転させながら記録媒体に情報を記録することは十分可能である。例えば、光源として、最大出力が数 kW で、数十 ns のパルス光を発生可能なパルスレーザを用いた場合を考える。この場合、記録媒体上での光強度が 200 W になるものと仮定する。また、パルス光のパルス幅を 20 ns とし、情報記録領域の線速度を 2 m/s とする。この場合には、1つの情報記録領域に対する露光時間における情報記録領域の移動距離は、光の波長の十分の一以下の $0.04 \mu\text{m}$ となり、情報の精度を十分に保つことができる。しかしながら、光源として上述のようなパルスレーザを用いることは実用的ではない。

【0008】次に、光源として半導体レーザを用いた場合を考える。この場合、記録媒体上での光強度が 20 mW になるものと仮定し、情報記録領域の線速度を 2 m/s とする。この場合、1つの情報記録領域に、上記のパルスレーザを用いた場合と同じだけの露光エネルギーを与えるためには、露光時間は、パルスレーザを用いた場合の 10000 倍である $200 \mu\text{s}$ だけ必要となる。この露光時間における情報記録領域の移動距離は $400 \mu\text{m}$ にも達し、干渉パターンによって情報を記録することは困難になる。

【0009】本発明はかかる問題点を鑑みてなされたもので、その目的は、実用的な光源を用いて、複数の情報記録領域を有する記録媒体を移動させながら、各情報記録領域にホログラフィを利用して情報を記録することができるようにした光情報記録装置および方法を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の光情報記録装置は、複数の情報記録領域を有する記録媒体における各情

報記録領域に、ホログラフィを利用して情報を記録するための装置であって、情報記録領域に情報光と参照光との干渉による干渉パターンによって情報が記録されるように、記録媒体に対して情報光と参照光とを照射する照射手段と、記録媒体を移動させる記録媒体移動手段と、所定の期間、移動する1つの情報記録領域に情報光および参照光の照射位置が追従するように、情報光および参照光の照射位置を移動させる照射位置移動手段とを備えたものである。

10 【0011】本発明の光情報記録装置では、記録媒体移動手段によって記録媒体が移動され、この記録媒体に対して、照射手段によって情報光と参照光とが照射される。また、照射位置移動手段によって、所定の期間、移動する1つの情報記録領域に情報光および参照光の照射位置が追従するように、情報光および参照光の照射位置が移動される。これにより、所定の期間、1つの情報記録領域に情報光および参照光が照射され続ける。従って、情報記録領域と情報光および参照光の照射位置とのずれを生じることなく、情報記録領域に情報を記録する

20 のに十分な時間だけ、情報記録領域に情報光および参照光を照射することが可能となる。

【0012】本発明の光情報記録装置において、記録媒体移動手段は記録媒体を回転させてもよい。

【0013】また、本発明の光情報記録装置において、照射位置移動手段は照射手段における情報光および参照光の出射位置を移動させてもよい。

30 【0014】また、本発明の光情報記録装置において、記録媒体には、各情報記録領域を識別するための識別情報が記録されており、光情報記録装置は、更に、識別情報を検出する手段を備えていてもよい。

【0015】また、本発明の光情報記録装置において、記録媒体には、各情報記録領域に対する情報光および参照光の照射位置を合わせるための位置決め情報が記録されており、光情報記録装置は、更に、位置決め情報を検出する手段を備えていてもよい。

【0016】また、本発明の光情報記録装置において、照射手段は、情報光および参照光を、情報記録層に対して同一面側より同軸的に且つ同じ位置で最も小径となるように収束させながら照射してもよい。

40 【0017】また、本発明の光情報記録装置において、照射手段は、情報光および参照光を、情報記録層に対して互いに反対の面側より同軸的に且つ同じ位置で最も小径となるように収束させながら照射してもよい。

【0018】本発明の光情報記録方法は、複数の情報記録領域を有する記録媒体における各情報記録領域に、ホログラフィを利用して情報を記録する方法であって、記録媒体を移動させる手順と、情報記録領域に情報光と参照光との干渉による干渉パターンによって情報が記録されるように、記録媒体に対して情報光と参照光とを照射

50 する手順と、所定の期間、移動する1つの情報記録領域

に情報光および参照光の照射位置が追従するように、情報光および参照光の照射位置を移動させる手順とを備えたものである。

【0019】本発明の光情報記録方法では、移動する記録媒体に対して情報光と参照光とが照射される。また、照射位置を移動させる手順によって、所定の期間、移動する1つの情報記録領域に情報光および参照光の照射位置が追従するように、情報光および参照光の照射位置が移動される。これにより、所定の期間、1つの情報記録領域に情報光および参照光が照射され続ける。従って、情報記録領域と情報光および参照光の照射位置とのずれを生じることなく、情報記録領域に情報を記録するのに十分な時間だけ、情報記録領域に情報光および参照光を照射することが可能となる。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【第1の実施の形態】始めに、図1を参照して、本発明の第1の実施の形態において用いられる記録媒体1の概略について説明する。図1には、記録媒体1における1つのトラックの一部を示している。記録媒体1は、円板状をなし、複数のトラックTRを有している。各トラックTRには、複数のアドレス・サーボ領域6が等間隔に設けられている。隣り合うアドレス・サーボ領域6間には、1つまたは複数の情報記録領域7が設けられている。図1には、隣り合うアドレス・サーボ領域6間に4つの情報記録領域7が等間隔に設けられている例を示す。

【0021】アドレス・サーボ領域6には、光情報記録再生装置における各種の動作のタイミングの基準となる基本クロックを生成するための情報、サンプリドサーボ方式によってフォーカスサーボを行うための情報、サンプリドサーボ方式によってトラッキングサーボを行うための情報およびアドレス情報が、予めエンボスピット等によって記録されている。なお、アドレス・サーボ領域6にはフォーカスサーボを行うための情報が記録されずに、フォーカスサーボは後述するエアギャップ層と反射膜の境界面を用いて行ってもよい。アドレス情報は、各情報記録領域7を識別するための情報であり、本発明における識別情報に対応する。また、基本クロックを生成するための情報、フォーカスサーボを行うための情報およびトラッキングサーボを行うための情報は、各情報記録領域7に対する情報光、記録用参照光および再生用参照光の照射位置を合わせるための情報であり、本発明における位置決め情報に対応する。

【0022】ここで、図1を参照して、本実施の形態に係る光情報記録方法の概略について説明する。本実施の形態において、記録媒体1の情報記録領域7に情報を記録する際には、記録媒体1は、例えば図1において記号Rで示した方向に回転（移動）される。これにより、ア

ドレス・サーボ領域6および情報記録領域7は、記号Rで示した方向に移動する。後述する光ヘッドは、情報記録領域7に情報光と記録用参照光との干渉による干渉パターンによって情報が記録されるように、記録媒体1に対して情報光と記録用参照光とを照射する。また、光ヘッドは、所定の期間、移動する1つの情報記録領域7に情報光および記録用参照光の照射位置が追従するように、情報光および記録用参照光の照射位置を移動させる。これにより、所定の期間、1つの情報記録領域7に情報光および記録用参照光が照射され続ける。従って、情報記録領域7と情報光および記録用参照光の照射位置とのずれを生じることなく、情報記録領域7に情報を記録するのに十分な時間だけ、情報記録領域7に情報光および記録用参照光を照射することが可能となる。

【0023】次に、図2を参照して、本実施の形態に係る光情報記録装置を含む光情報記録再生装置の構成について説明する。この光情報記録再生装置10は、記録媒体1が取り付けられるスピンドル81と、このスピンドル81を回転させるスピンドルモータ82と、記録媒体1の回転数を所定の値に保つようにスピンドルモータ82を制御するスピンドルサーボ回路83とを備えている。光情報記録再生装置10は、更に、記録媒体1に対して情報光と記録用参照光とを照射して情報を記録すると共に、記録媒体1に対して再生用参照光を照射し、再生光を検出して、記録媒体1に記録されている情報を再生するための光ヘッド40と、この光ヘッド40を記録媒体1の半径方向に移動可能とする駆動装置84とを備えている。

【0024】光情報記録再生装置10は、更に、光ヘッド40の出力信号よりフォーカスエラー信号FE、トラッキングエラー信号TEおよび再生信号RFを検出するための検出回路85と、この検出回路85によって検出されるフォーカスエラー信号FEに基づいて、光ヘッド40内の後述するヘッド本体を記録媒体1の面に垂直な方向に移動させてフォーカスサーボを行うフォーカスサーボ回路86と、検出回路85によって検出されるトラッキングエラー信号TEに基づいてヘッド本体を記録媒体1の半径方向に移動させてトラッキングサーボを行うトラッキングサーボ回路87と、トラッキングエラー信号TEおよび後述するコントローラからの指令に基づいて駆動装置84を制御して光ヘッド40を記録媒体1の半径方向に移動させるスライドサーボを行うスライドサーボ回路88とを備えている。

【0025】光情報記録再生装置10は、更に、光ヘッド40内の後述するCCDアレイの出力データをデコードして、記録媒体1の情報記録領域7に記録されたデータを再生したり、検出回路85からの再生信号RFより基本クロックを再生したりアドレスを判別したりする信号処理回路89と、光情報記録再生装置10の全体を制御するコントローラ90と、このコントローラ90に対

して種々の指示を与える操作部 91 とを備えている。

【0026】光情報記録再生装置 10 は、更に、信号処理回路 89 の出力信号に基づいて、記録媒体 1 とヘッド本体との相対的な傾きを検出する傾き検出回路 92 と、この傾き検出回路 92 の出力信号に基づいて記録媒体 1 の面に対するヘッド本体の傾きが変化する方向にヘッド本体の位置を変化させることによって、記録媒体 1 とヘッド本体との相対的な傾きを補正する傾き補正回路 93 とを備えている。

【0027】光情報記録再生装置 10 は、更に、情報の記録時において、ヘッド本体をほぼトラックに沿う方向に移動させることによって、所定の期間、移動する 1 つの情報記録領域 7 に情報光および記録用参照光の照射位置が追従するように、情報光および記録用参照光の照射位置を制御する追従制御回路 94 を備えている。

【0028】コントローラ 90 は、信号処理回路 89 より出力される基本クロックやアドレス情報を入力すると共に、光ヘッド 40、スピンドルサーボ回路 83、スライダサーボ回路 88 および追従制御回路 94 等を制御するようになっている。スピンドルサーボ回路 83 は、信号処理回路 89 より出力される基本クロックを入力するようになっている。コントローラ 90 は、CPU（中央処理装置）、ROM（リード・オンリ・メモリ）および RAM（ランダム・アクセス・メモリ）を有し、CPU が、RAM を作業領域として、ROM に格納されたプログラムを実行することによって、コントローラ 90 の機能を実現するようになっている。

【0029】次に、図 3 を参照して、光ヘッド 40 におけるヘッド本体の駆動機構について説明する。図 3 は光ヘッド 40 の平面図である。図 3 において、記号 TR は記録媒体 1 におけるトラックを表している。光ヘッド 40 は、記録媒体 1 に対する情報の記録と記録媒体 1 からの情報の再生を行うヘッド本体 41 を有している。ヘッド本体 41 は、記録媒体 1 に対向する対物レンズ 11 を有している。ヘッド本体 41 におけるトラックの接線方向（図 3 における左右方向）の両端部には弾性アーム固定部 140a、140b が設けられている。この弾性アーム固定部 140a、140b には、それぞれ、ゴム、板ばね、コイルスプリング、ワイヤ等の弾性部材で形成された弾性アーム 149 の一端が固定されている。各弾性アーム 149 の他端は、アーム支持部 150 に固定されている。アーム支持部 150 は、このアーム支持部 150 を、所定の範囲内で記録媒体 1 の半径方向（図 3 における上下方向）に移動可能な圧電アクチュエータ 170 に取り付けられている。

【0030】ヘッド本体 41 における記録媒体 1 の半径方向の一方の端部には、フォーカスサーボおよび傾き調整用のコイル 151、152 と、照射位置追従用のコイル 155、156 が取り付けられている。同様に、ヘッド本体 41 における記録媒体 1 の半径方向の他方の端部

には、フォーカスサーボおよび傾き調整用のコイル 153、154 と、照射位置追従用のコイル 157、158 が取り付けられている。

【0031】光ヘッド 40 は、更に、それぞれコイル 151、152、153、154 を貫通するように設けられた磁石 161、162、163、164 と、コイル 155、156 に対向する位置に配置された磁石 165 と、コイル 157、158 に対向する位置に配置された磁石 166 とを備えている。

10 【0032】光ヘッド 40 では、コイル 151～154 および磁石 161～164 によって、記録媒体 1 の面に垂直な方向（図 3 における紙面に垂直な方向）および記録媒体 1 の面に対するヘッド本体 41 の傾きが変化する方向に、ヘッド本体 41 の位置を変化させることができる。また、光ヘッド 40 では、圧電アクチュエータ 170 によって、記録媒体 1 の半径方向に、ヘッド本体 41 の位置を変化させることができる。また、光ヘッド 40 では、弾性アーム 149、コイル 155～158 および磁石 165、166 によって、ほぼトラック TR に沿う方向に、ヘッド本体 41 の位置を変化させることができる。弾性アーム 149、コイル 155～158 および磁石 165、166 は、本発明における照射位置移動手段に対応する。

30 【0033】コイル 151～154 は、図 2 におけるフォーカスサーボ回路 86 および傾き補正回路 93 によって駆動されるようになっている。コイル 155～158 は、図 2 における追従制御回路 94 によって駆動されるようになっている。また、圧電アクチュエータ 170 は、図 2 におけるトラッキングサーボ回路 87 によって駆動されるようになっている。

40 【0034】次に、図 4 を参照して、本実施の形態において用いられる記録媒体の構成について説明する。本実施の形態における記録媒体 1 は、ポリカーボネート等によって形成された円板状の透明基板 2 と、この透明基板 2 における光の入出射側とは反対側に、透明基板 2 から順に配置された情報記録層 3、エアギャップ層 4、反射膜 5 を備えている。情報記録層 3 は、ホログラフィを利用して情報が記録される層であり、光が照射されたときに光の強度に応じて屈折率、誘電率、反射率等の光学的特性が変化するホログラム材料によって形成されている。ホログラム材料としては、例えば、デュポン（DuPont）社製フォトポリマ（photopolymers）HRF-600（製品名）や、アプリリス（Aprilis）社製フォトポリマ ULSH-500（製品名）等が使用される。反射膜 5 は、例えばアルミニウムによって形成されている。なお、記録媒体 1 では、エアギャップ層 4 を設けずに、情報記録層 3 と反射膜 5 とが隣接するようにしてもよい。

50 【0035】次に、本実施の形態に係る光情報記録再生装置における情報の記録の原理について説明する。本実

施の形態では、情報光と記録用参照光を生成し、情報記録層3に情報光と記録用参照光との干渉による干渉パターンによって情報が記録されるように、情報光と記録用参照光とを記録媒体1の情報記録層3に照射する。情報光は、記録する情報に基づいて光の位相を空間的に変調することによって生成される。

【0036】以下、図4を参照して、本実施の形態に係る光情報記録方法について詳しく説明する。なお、図4では、本実施の形態に係る光情報記録再生装置における記録再生光学系の一例における一部を示している。この例における記録再生光学系は、記録媒体1の透明基板2側に対向する対物レンズ11と、この対物レンズ11における記録媒体1とは反対側に、対物レンズ11側から順に配設されたビームスプリッタ12および位相空間光変調器13を有している。ビームスプリッタ12は、その法線方向が対物レンズ11の光軸方向に対して45°傾けられた半反射面12aを有している。図4に示した記録再生光学系は、更に、記録媒体1からの戻り光がビームスプリッタ12の半反射面12aで反射される方向に配置された光検出器14を有している。位相空間光変調器13は、格子状に配列された多数の画素を有し、各画素毎に出射光の位相を選択することによって、光の位相を空間的に変調することができるようになっている。また、光検出器14は、格子状に配列された多数の画素を有し、各画素毎に受光した光の強度を検出できるようになっている。

【0037】図4に示した例では、位相空間光変調器13によって、情報光と記録用参照光とを生成するようになっている。位相空間光変調器13には、位相および強度が一定でコヒーレントな平行光が入射されるようになっている。情報の記録時において、位相空間光変調器13は、一方の半分の領域13Aでは、記録する情報に基づいて画素毎に出射光の位相を選択することによって、光の位相を空間的に変調して情報光を生成し、他方の半分の領域13Bでは、全ての画素について出射光の位相を同一にして記録用参照光を生成する。

【0038】位相空間光変調器13は、領域13Aでは、画素毎に、変調後の光の位相を、所定の基準位相に対する位相差が $+\pi/2$ (rad)となる第1の位相と基準位相に対する位相差が $-\pi/2$ (rad)となる第2の位相のいずれかに設定するようになっている。第1の位相と第2の位相との位相差は π (rad)である。なお、位相空間光変調器13は、領域13Aにおいて、画素毎に、変調後の光の位相を3つ以上の値のいずれかに設定してもよい。また、位相空間光変調器13は、領域13Bでは、全ての画素の出射光の位相を、所定の基準位相に対する位相差が $+\pi/2$ (rad)となる第1の位相とするようになっている。なお、位相空間光変調器13は、領域13Bにおいて、全ての画素の出射光の位相を第2の位相としてもよいし、第1の位相および第

2の位相のいずれとも異なる一定の位相としてもよい。

【0039】図4中には、位相空間光変調器13の入射光、位相空間光変調器13の出射光、記録媒体1に照射される前における対物レンズ11の入射光、およびビームスプリッタ12の半反射面12aで反射された記録媒体1からの戻り光の位相および強度を示している。なお、図4では、第1の位相を記号“+”で表し、第2の位相を記号“-”で表している。また、図4では、強度の最大値を“1”で表し、強度の最小値“0”で表している。

【0040】図4に示した例では、情報の記録時には、位相空間光変調器13に、位相および強度が一定でコヒーレントな平行光21が入射される。位相空間光変調器13に入射した光のうち領域13Aを通過した光は、記録する情報に基づいて位相が空間的に変調されて情報光22Aとなる。なお、情報光22Aにおいて、第1の位相の画素と第2の位相の画素との境界部分では局所的に強度が低下する。一方、位相空間光変調器13に入射した光のうち領域13Bを通過した光は、位相が空間的に変調されず、記録用参照光22Bとなる。これら情報光22Aおよび記録用参照光22Bはビームスプリッタ12に入射し、一部が半反射面12aを通過し、更に対物レンズ11を通過して収束する情報光23Aおよび収束する記録用参照光23Bとなって、記録媒体1に照射される。情報光23Aおよび記録用参照光23Bは、情報記録層3を通過し、エアギャップ層4と反射膜5の境界面上で最も小径になるように収束し、反射膜5で反射される。反射膜5で反射された後の情報光24Aおよび記録用参照光24Bは、拡散する光となって、再度、情報記録層3を通過する。

【0041】情報記録層3では、反射膜5で反射される前の情報光23Aと反射膜5で反射された後の記録用参照光24Bとが干渉して干渉パターンを形成すると共に、反射膜5で反射された後の情報光24Aと反射膜5で反射される前の記録用参照光23Bとが干渉して干渉パターンを形成する。そして、これらの干渉パターンが情報記録層3内に体積的に記録される。

【0042】反射膜5で反射された後の情報光24Aと記録用参照光24Bは、記録媒体1より出射され、対物レンズ11によって平行光の情報光25Aと記録用参照光25Bとなる。これらの光25A、25Bは、ビームスプリッタ12に入射し、一部が半反射面12aで反射されて、光検出器14によって受光される。

【0043】次に、本実施の形態に係る光情報記録再生装置における情報の再生の原理について説明する。本実施の形態では、再生用参照光を生成し、この再生用参照光を記録媒体1の情報記録層3に対して照射すると共に、再生用参照光が照射されることによって情報記録層3より発生される再生光を収集し、この再生光と再生用参照光とを重ね合わせて合成光を生成し、この合成光を

検出する。

【0044】以下、図5を参照して、本実施の形態に係る光情報再生方法について詳しく説明する。なお、図5では、図4と同様に、本実施の形態に係る光情報記録再生装置における記録再生光学系の一例における一部を示している。

【0045】また、図5中には、位相空間光変調器13の入射光、位相空間光変調器13の出射光、記録媒体1に照射される前における対物レンズ11の入射光、およびビームスプリッタ12の半反射面12aで反射された記録媒体1からの戻り光の位相および強度を示している。図5における位相および強度の表し方は、図4と同様である。

【0046】図5に示した例では、情報の再生時には、位相空間光変調器13に、位相および強度が一定でコヒーレントな平行光31が入射される。情報の再生時において、位相空間光変調器13は、全ての画素について出射光の位相を、所定の基準位相に対する位相差が $+\pi/2$ (rad)となる第1の位相にして再生用参照光32を生成する。この再生用参照光32はビームスプリッタ12に入射し、一部が半反射面12aを通過し、更に対物レンズ11を通過して収束する再生用参照光33となつて、記録媒体1に照射される。再生用参照光33は、情報記録層3を通過し、エアギャップ層4と反射膜5の境界面上で最も小径になるように収束し、反射膜5で反射される。反射膜5で反射された後の再生用参照光は、拡散する光となつて、再度、情報記録層3を通過する。

【0047】情報記録層3では、反射膜5で反射される前の再生用参照光33によって、反射膜5とは反対側に進行する再生光が発生すると共に、反射膜5で反射された後の再生用参照光によって、反射膜5側に進行する再生光が発生する。反射膜5とは反対側に進行する再生光は、そのまま記録媒体1より出射され、反射膜5側に進行する再生光は、反射膜5で反射されて、記録媒体1より出射される。

【0048】このように、再生時には、記録媒体1からの戻り光34は、再生光と、反射膜5で反射された後の再生用参照光とを含んだものとなる。戻り光34は、対物レンズ11によって平行光の戻り光35とされてビームスプリッタ12に入射し、一部が半反射面12aで反射されて、光検出器14によって受光される。光検出器14に入射する戻り光35は、再生光36と、反射膜5で反射された後の再生用参照光37とを含んでいる。再生光36は、情報記録層3に記録された情報に対応して光の位相が空間的に変調された光である。図5では、便宜上、再生光36と再生用参照光37とを分け、それぞれについて位相および強度を示している。しかし、実際には、再生光36と再生用参照光37とが重ね合わされて合成光が生成され、この合成光が光検出器14によって受光される。合成光は、記録された情報に対応し

て、強度が空間的に変調された光となる。従って、光検出器14によって合成光の強度の2次元パターンが検出され、これにより情報が再生される。

【0049】図4および図5に示したように、本実施の形態に係る光情報記録再生装置では、情報光、記録用参照光、再生用参照光および再生光が同軸的に配置されるように、情報光、記録用参照光および再生用参照光の照射と再生光の収集は、情報記録層3の同一面側より行われる。また、情報光、記録用参照光および再生用参照光は、全て、同じ位置で最も小径となるように収束する。なお、図4において、情報記録層3に照射される情報光23Aと記録用参照光23Bは、断面が半円形状の光ビームとなるが、これらは、断面が円形の光ビームの半分ずつを構成するので、同軸的である。

【0050】ここで、図6を参照して、上記再生光36、再生用参照光37および合成光について詳しく説明する。図6において、(a)は再生光36の強度、(b)は再生光36の位相、(c)は再生用参照光37の強度、(d)は再生用参照光37の位相、(e)は合成光の強度を表している。図6は、情報光の各画素毎の位相を、基準位相に対する位相差が $+\pi/2$ (rad)となる第1の位相と基準位相に対する位相差が $-\pi/2$ (rad)となる第2の位相のいずれかに設定した場合についての例を示している。従って、図6に示した例では、再生光36の各画素毎の位相は、情報光と同様に、第1の位相と第2の位相のいずれかになる。また、再生用参照光37の各画素毎の位相は全て第1の位相となっている。ここで、再生光36の強度と再生用参照光37の強度が等しいとすれば、図6(e)に示したように、再生光36の位相が第1の位相となる画素では、合成光の強度は再生光36の強度および再生用参照光37の強度よりも大きくなり、再生光36の位相が第2の位相となる画素では、原理的には合成光の強度はゼロとなる。

【0051】次に、記録時に情報光の位相を2つの値のいずれかに設定する場合と情報光の位相を3つ以上の値のいずれかに設定する場合とを含めて、再生光の位相と合成光の強度との関係について詳しく説明する。

【0052】合成光は、再生光と再生用参照光という2つの光波を重ね合わせたものである。従って、再生光の振幅および再生用参照光の振幅を共に a_0 とし、再生光と再生用参照光との位相差を δ とすると、合成光の強度Iは次の式(1)で表される。

【0053】

$$\begin{aligned} I &= 2a_0^2 + 2a_0^2 \cos \delta \\ &= 2a_0^2 (1 + \cos \delta) \\ &= 4a_0^2 \cos^2 (\delta/2) \quad \dots (1) \end{aligned}$$

【0054】再生用参照光の位相は画素に依らずに一定であるから、上式より、再生光の位相に応じて合成光の強度Iが変化することが分かる。また、情報光の位相を、例えば $+\pi/2$ (rad)から $-\pi/2$ (rad)

の範囲内で、 n (n は2以上の整数) 値のいずれかに設定すれば、合成光の強度 I も n 値のいずれかになる。

【0055】このように、本実施の形態に係る光情報記録方法では、再生光と再生用参照光と重ね合わせて生成される合成光の強度の2次元パターンを検出することによって、記録する情報に基づいて光の位相が空間的に変調された情報光と記録用参照光との干渉による干渉パターンによって情報記録層3に記録された情報を再生することができる。

【0056】ところで、本実施の形態では、位相が空間的に変調された記録用参照光および再生用参照光を用いて、位相符号化多重方式による多重記録と、このように多重記録された情報の再生とを行うことができるようにしてもよい。以下、図7ないし図9を参照して、位相符号化多重方式による多重記録を行う場合の情報の記録の原理と再生の原理について説明する。

【0057】まず、図7を参照して、位相符号化多重方式による多重記録を行う場合における情報の記録の原理について説明する。図7には、本実施の形態に係る光情報記録再生装置における記録再生光学系の一例における一部を示している。図7に示した光学系の構成は図4と同様である。図7中には、位相空間光変調器13の入射光、位相空間光変調器13の出射光、記録媒体1に照射される前における対物レンズ11の入射光、およびビームスプリッタ12の半反射面12aで反射された記録媒体1からの戻り光の位相および強度を示している。図7における光の位相および強度の表し方は図4と同様である。

【0058】情報の記録時には、位相空間光変調器13に、位相および強度が一定でコヒーレントな平行光21が入射される。位相空間光変調器13における一方の半分の領域13Aは、記録する情報に基づいて画素毎に出射光の位相を2値または3つ以上の値の中から選択することによって、位相が空間的に変調された情報光22Aを生成する。ここでは、説明を簡単にするために、領域13Aは、各画素毎に出射光の位相を、所定の基準位相に対する位相差が $+\pi/2$ (rad)となる第1の位相と基準位相に対する位相差が $-\pi/2$ (rad)となる第2の位相のいずれかに設定することによって、光の位相を空間的に変調するものとする。一方、位相空間光変調器13における他方の半分の領域13Bは、各画素毎に出射光の位相を2値または3つ以上の値の中から選択することによって、位相が空間的に変調された記録用参照光22Bを生成する。ここでは、説明を簡単にするために、領域13Bは、各画素毎に出射光の位相を、基準位相と第1の位相と第2の位相のいずれかに設定することによって、光の位相を空間的に変調するものとする。

【0059】情報光22Aおよび記録用参照光22Bはビームスプリッタ12に入射し、一部が半反射面12aを通過し、更に対物レンズ11を通過して収束する情報

光23Aおよび収束する記録用参照光23Bとなって、記録媒体1に照射される。情報光23Aおよび記録用参照光23Bは、情報記録層3を通過し、エアギャップ層4と反射膜5の境界面上で最も小径になるように収束し、反射膜5で反射される。反射膜5で反射された後の情報光24Aおよび記録用参照光24Bは、拡散する光となって、再度、情報記録層3を通過する。

【0060】情報記録層3では、反射膜5で反射される前の情報光23Aと反射膜5で反射された後の記録用参照光24Bとが干渉して干渉パターンを形成すると共に、反射膜5で反射された後の情報光24Aと反射膜5で反射される前の記録用参照光23Bとが干渉して干渉パターンを形成する。そして、これらの干渉パターンが情報記録層3内に体積的に記録される。

【0061】反射膜5で反射された後の情報光24Aと記録用参照光24Bは、記録媒体1より出射され、対物レンズ11によって平行光の情報光25Aと記録用参照光25Bとなる。これらの光25A、25Bは、ビームスプリッタ12に入射し、一部が半反射面12aで反射されて、光検出器14によって受光される。

【0062】次に、図8を参照して、位相符号化多重方式による多重記録を行う場合における情報の再生の原理について説明する。図8では、図7と同様に、本実施の形態に係る光情報記録再生装置における記録再生光学系の一例における一部を示している。また、図8中には、位相空間光変調器13の入射光、位相空間光変調器13の出射光、記録媒体1に照射される前における対物レンズ11の入射光、およびビームスプリッタ12の半反射面12aで反射された記録媒体1からの戻り光の位相および強度を示している。図8における位相および強度の表し方は、図7と同様である。

【0063】情報の再生時には、位相空間光変調器13に、位相および強度が一定でコヒーレントな平行光31が入射される。位相空間光変調器13における半分の領域13Bは、画素毎に出射光の位相を2値または3つ以上の値の中から選択することによって、記録用参照光22Bと同様の変調パターンで位相が空間的に変調された再生用参照光32B₁を生成する。一方、位相空間光変調器13における半分の領域13Aは、画素毎に出射光の位相を2値または3つ以上の値の中から選択することによって、再生用参照光32B₁の変調パターンに対して、記録用参照光および再生用参照光を情報記録層3に照射する光学系の光軸の位置を中心として点対称なパターンで位相が空間的に変調された再生用参照光32B₂を生成する。

【0064】これらの再生用参照光32B₁、32B₂はビームスプリッタ12に入射し、一部が半反射面12aを通過し、更に対物レンズ11を通過して収束する再生用参照光33B₁、33B₂となって、記録媒体1に照射される。再生用参照光33B₁、33B₂は、情報記録層

3を通過し、エアギャップ層4と反射膜5の境界面上で最も小径になるように収束し、反射膜5で反射される。反射膜5で反射された後の再生用参照光は、拡散する光となって、再度、情報記録層3を通過する。

【0065】情報記録層3では、反射膜5で反射される前の再生用参照光33B₂によって、反射膜5とは反対側に進行する再生光が発生すると共に、反射膜5で反射された後の再生用参照光33B₂によって、反射膜5側に進行する再生光が発生する。反射膜5とは反対側に進行する再生光は、そのまま記録媒体1より出射され、反射膜5側に進行する再生光は、反射膜5で反射されて、記録媒体1より出射される。これらの再生光を共に符号34A₁で表す。

【0066】また、情報記録層3では、反射膜5で反射される前の再生用参照光33B₁によって、反射膜5とは反対側に進行する再生光が発生すると共に、反射膜5で反射された後の再生用参照光33B₁によって、反射膜5側に進行する再生光が発生する。反射膜5とは反対側に進行する再生光は、そのまま記録媒体1より出射され、反射膜5側に進行する再生光は、反射膜5で反射されて、記録媒体1より出射される。これらの再生光を共に符号34A₂で表す。

【0067】一方、再生用参照光33B₁は、反射膜5で反射されて、再生光34A₁と同じ方向に進む再生用参照光34B₁となる。また、再生用参照光33B₂は、反射膜5で反射されて、再生光34A₂と同じ方向に進む再生用参照光34B₂となる。

【0068】これらの再生光34A₁、34A₂および再生用参照光34B₁、34B₂は、対物レンズ11によって平行光の再生光35A₁、35A₂および再生用参照光35B₁、35B₂とされてビームスプリッタ12に入射し、一部が半反射面12aで反射されて、光検出器14によって受光される。

【0069】再生光35A₁、35A₂は、いずれも、記録時の情報光と同様に位相が空間的に変調された光となる。ただし、再生光35A₁、35A₂の位相の変調パターンは互いに点対称となる。

【0070】光検出器14の一方の半分の領域には、再生光35A₁と再生用参照光35B₁とが重ね合わせられて生成される合成光が入射する。光検出器14の他方の半分の領域には、再生光35A₂と再生用参照光35B₂とが重ね合わせられて生成される合成光が入射する。これらの2種類の合成光は、いずれも、記録された情報に対応して、強度が空間的に変調された光となる。ただし、2種類の合成光の強度の変調パターンは互いに点対称となる。従って、光検出器14において、2種類の合成光のうちのいずれか一方の強度の2次元パターンを検出することによって情報を再生することができる。ここでは、再生光35A₁と再生用参照光35B₁とが重ね合わせられて生成される合成光の強度の2次元パターンを

検出することによって情報を再生するものとする。

【0071】次に、図9を参照して、上記再生光、再生用参照光および合成光について詳しく説明する。図9において、(a)は再生光の強度、(b)は再生光の位相、(c)は再生用参照光の強度、(d)は再生用参照光の位相、(e)は合成光の強度を表している。図9は、情報光の各画素毎の位相を、第1の位相と第2の位相のいずれかに設定し、記録用参照光および再生用参照光の各画素毎の位相を、基準位相、第1の位相および第2の位相のいずれかに設定した場合についての例を示している。この場合、再生光の各画素毎の位相は、情報光と同様に、第1の位相と第2の位相のいずれかになる。従って、再生光と再生用参照光との位相差は、ゼロ、 $\pm \pi/2$ (rad)、 $\pm \pi$ (rad)のいずれかになる。ここで、再生光の強度と再生用参照光の強度が等しいとすれば、図9(e)に示したように、合成光の強度は、再生光と再生用参照光との位相差がゼロとなる画素では最も大きくなり、再生光と再生用参照光との位相差が $\pm \pi$ (rad)なる画素では原理的にはゼロとなり、再生光と再生用参照光との位相差が $\pm \pi/2$ (rad)となる画素では、位相差がゼロとなる画素における強度の1/2となる。図9(e)では、位相差が $\pm \pi$ (rad)となる画素における強度を“0”で表し、位相差が $\pm \pi/2$ (rad)となる画素における強度を“1”で表し、位相差がゼロとなる画素における強度を“2”で表している。

【0072】図7ないし図9に示した例では、合成光の画素毎の強度が3値になる。そして、例えば、図9(e)に示したように、強度“0”は2ビットのデータ“00”に対応させ、強度“1”は2ビットのデータ“01”に対応させ、強度“2”は2ビットのデータ“10”に対応させることができる。このように、図7ないし図9に示した例では、図4ないし図6に示した例のように合成光の画素毎の強度が2値になる場合に比べて、再生光の強度や位相を同様にしながら、合成光が担持する情報量を増加させることができ、その結果、記録媒体1の記録密度を向上させることができる。

【0073】再生光と再生用参照光との位相差を δ とすると、合成光の強度Iは前出の式(1)で表される。式(1)より、再生光と再生用参照光との位相差に応じて合成光の強度Iが変化することが分かる。従って、再生光と再生用参照光との位相差の絶対値、すなわち、情報光と再生用参照光との位相差の絶対値が、例えばゼロから π (rad)の範囲内でn (nは2以上の整数)値になるようにすれば、合成光の強度Iもn値となる。

【0074】ところで、上述のように、位相が空間的に変調された情報光と位相が空間的に変調された記録用参照光とを用いて、記録媒体1の情報記録層3に情報を記録する場合には、記録すべき情報と、その情報を記録する際に用いる記録用参照光の位相の変調パターンとに基

づいて、情報光の位相の変調パターンを決定する。このことを、図9を参照して詳しく説明する。情報記録層3に記録された情報は合成光の強度のパターンに基づいて再生されるので、記録すべき情報は、図9(e)に示したような所望の合成光の強度のパターンのデータに変換される。記録用参照光の位相の変調パターンは、図9

(d)に示したような再生用参照光の位相の変調パターンと同様である。情報光の位相の変調パターンは、図9(e)に示したような所望の合成光の強度のパターンのデータと、図9(d)に示したような再生用参照光および記録用参照光の位相の変調パターンのデータとを用いた位相的な演算により、図9(b)に示したような所望の再生光の位相の変調パターンと同じか、点対称な変調パターンになるように決定される。

【0075】上述のようにして位相の変調パターンが決定された情報光と記録用参照光とを用いて情報が記録された情報記録層3に対して、図9(d)に示したような、記録用参照光と同様の位相の変調パターンを有する再生用参照光を照射すれば、図9(e)に示したような強度のパターンを有する合成光が得られ、この合成光の強度のパターンに基づいて、情報記録層3に記録された情報が再生される。

【0076】記録用参照光および再生用参照光の位相の変調パターンは、ユーザとなる個人の固有の情報に基づいて作成するようにしてもよい。個人の固有の情報としては、暗証番号、指紋、声紋、虹彩のパターン等がある。このようにした場合には、記録媒体1に情報を記録した特定の個人のみが、その情報を再生することが可能になる。

【0077】以上説明したように、位相が空間的に変調された記録用参照光および再生用参照光を用いることにより、位相符号化多重方式による多重記録と、このように多重記録された情報の再生とを行うことが可能になる。

【0078】次に、図10を参照して、光ヘッド40内に設けられた記録再生光学系について説明する。図10は光ヘッド40を示す断面図である。図10に示したように、光ヘッド40は、後述する各要素を収納したヘッド本体41を有している。このヘッド本体41内の底部には、支持台42を介して半導体レーザ43が固定されていると共に、反射型の位相空間光変調器44と光検出器45が固定されている。光検出器45の受光面には、マイクロレンズアレイ46が取り付けられている。また、ヘッド本体41内において、位相空間光変調器44および光検出器45の上方にはプリズムブロック48が設けられている。プリズムブロック48の半導体レーザ43側の端部近傍にはコリメータレンズ47が設けられている。また、ヘッド本体41の記録媒体1に対向する面には開口部が形成され、この開口部に対物レンズ11が設けられている。この対物レンズ11とプリズムプロ

ック48との間には4分の1波長板49が設けられている。

【0079】位相空間光変調器44は、格子状に配列された多数の画素を有し、各画素毎に出射光の位相を、互いに π (rad)だけ異なる2つの値のいずれかに設定することによって、光の位相を空間的に変調することができるようにになっている。位相空間光変調器44は、更に、入射光の偏光方向に対して、出射光の偏光方向を90°回転させるようにになっている。位相空間光変調器44としては、例えば反射型の液晶素子を用いることができる。

【0080】光検出器45は、格子状に配列された多数の画素を有し、各画素毎に受光した光の強度を検出できるようになっている。また、マイクロレンズアレイ46は、光検出器45の各画素の受光面に対向する位置に配置された複数のマイクロレンズを有している。

【0081】光検出器45としては、CCD型固体撮像素子やMOS型固体撮像素子を用いることができる。また、光検出器45として、MOS型固体撮像素子と信号処理回路とが1チップ上に集積されたスマート光センサ(例えば、文献「Oplus E, 1996年9月, No. 202, 第93~99ページ」参照。)を用いてもよい。このスマート光センサは、転送レートが大きく、高速な演算機能を有するので、このスマート光センサを用いることにより、高速な再生が可能となり、例えば、Gビット/秒オーダーの転送レートで再生を行うことが可能となる。

【0082】プリズムブロック48は、偏光ビームスプリッタ面48aと反射面48bを有している。偏光ビームスプリッタ面48aと反射面48bのうち偏光ビームスプリッタ面48aがコリメータレンズ47寄りに配置されている。偏光ビームスプリッタ面48aと反射面48bは、共にその法線方向がコリメータレンズ47の光軸方向に対して45°傾けられ、且つ互いに平行に配置されている。

【0083】位相空間光変調器44は偏光ビームスプリッタ面48aの下方の位置に配置され、光検出器45は反射面48bの下方の位置に配置されている。また、4分の1波長板49と対物レンズ11は、偏光ビームスプリッタ面48aの上方の位置に配置されている。なお、コリメータレンズ47や対物レンズ11は、ホログラムレンズであってもよい。

【0084】プリズムブロック48の偏光ビームスプリッタ面48aは、後で詳しく説明するように、偏光方向の違いによって、4分の1波長板49を通過する前の情報光、記録用参照光および再生用参照光の光路と4分の1波長板49を通過した後の記録媒体1からの戻り光の光路とを分離する。

【0085】図10におけるプリズムブロック48、位相空間光変調器44、光検出器45は、それぞれ、図4

等におけるビームスプリッタ 12、位相空間光変調器 13、光検出器 14 に対応する。

【0086】次に、情報の記録時における記録再生光学系の作用について説明する。半導体レーザ 43 は、コヒーレントな S 偏光の光を出射する。なお、S 偏光とは偏光方向が入射面（図 10 おける紙面）に垂直な直線偏光であり、後述する P 偏光とは偏光方向が入射面に平行な直線偏光である。

【0087】半導体レーザ 43 より出射された S 偏光のレーザ光は、コリメータレンズ 47 によって平行光とされ、プリズムブロック 48 の偏光ビームスプリッタ面 48a に入射し、この偏光ビームスプリッタ面 48a で反射されて、位相空間光変調器 44 に入射する。位相空間光変調器 44 の出射光は、一方の半分の領域では、記録する情報に基づいて光の位相が空間的に変調された情報光となり、他方の半分の領域では、全ての画素について出射光の位相が同一の記録用参照光または位相が空間的に変調された記録用参照光となる。また、位相空間光変調器 44 の出射光は、偏光方向が 90° 回転されて P 偏光の光となる。

【0088】位相空間光変調器 44 の出射光である情報光および記録用参照光は、P 偏光であるので、プリズムブロック 48 の偏光ビームスプリッタ面 48a を透過し、4 分の 1 波長板 49 を通過して円偏光の光となる。この情報光および記録用参照光は、対物レンズ 11 によって集光されて記録媒体 1 に照射される。この情報光および記録用参照光は、情報記録層 3 を通過し、エアギャップ層 4 と反射膜 5 の境界面上で最も小径になるように収束し、反射膜 5 で反射される。反射膜 5 で反射された後の情報光および記録用参照光は、拡散する光となつて、再度、情報記録層 3 を通過する。半導体レーザ 43 の出力が記録用の高出力に設定されると、情報記録層 3 に情報光と記録用参照光との干渉による干渉パターンが記録される。

【0089】記録媒体 1 からの戻り光は、対物レンズ 11 によって平行光とされ、4 分の 1 波長板 49 を通過して S 偏光の光となる。この戻り光は、プリズムブロック 48 の偏光ビームスプリッタ面 48a で反射され、更に反射面 48b で反射され、マイクロレンズアレイ 46 を経て、光検出器 45 に入射する。

【0090】情報の記録時において、対物レンズ 11 からの光ビームが記録媒体 1 のアドレス・サーボ領域 6 を通過する期間では、半導体レーザ 43 の出力は、再生用の低出力に設定されると共に、位相空間光変調器 44 は、光の位相を変調せずに、全ての画素について位相が同一の光を出射する。このときの光検出器 45 の出力に基づいて、基本クロック、アドレス情報、フォーカスエラー信号およびトラッキングエラー情報を得ることができる。

【0091】次に、情報の再生時における記録再生光学

系の作用について説明する。情報の再生時には、半導体レーザ 43 の出力は、再生用の低出力に設定される。半導体レーザ 43 より出射された S 偏光のレーザ光は、コリメータレンズ 47 によって平行光とされ、プリズムブロック 48 の偏光ビームスプリッタ面 48a に入射し、この偏光ビームスプリッタ面 48a で反射されて、位相空間光変調器 44 に入射する。位相空間光変調器 44 の出射光は、全ての画素について出射光の位相が同一の再生用参照光または位相が空間的に変調された再生用参照光となる。また、位相空間光変調器 44 の出射光は、偏光方向が 90° 回転されて P 偏光の光となる。

【0092】位相空間光変調器 44 の出射光である再生用参照光は、P 偏光であるので、プリズムブロック 48 の偏光ビームスプリッタ面 48a を透過し、4 分の 1 波長板 49 を通過して円偏光の光となる。この再生用参照光は、対物レンズ 11 によって集光されて記録媒体 1 に照射される。この再生用参照光は、情報記録層 3 を通過し、エアギャップ層 4 と反射膜 5 の境界面上で最も小径になるように収束し、反射膜 5 で反射される。反射膜 5 で反射された後の再生用参照光は、拡散する光となつて、再度、情報記録層 3 を通過する。再生用参照光によって、情報記録層 3 より再生光が発生される。

【0093】記録媒体 1 からの戻り光は、再生光と再生用参照光とを含む。この戻り光は、対物レンズ 11 によって平行光とされ、4 分の 1 波長板 49 を通過して S 偏光の光となる。この戻り光は、プリズムブロック 48 の偏光ビームスプリッタ面 48a で反射され、更に反射面 48b で反射され、マイクロレンズアレイ 46 を経て、光検出器 45 に入射する。この光検出器 45 の出力に基づいて、記録媒体 1 に記録された情報を再生することができる。

【0094】情報の再生時において、対物レンズ 11 からの光ビームが記録媒体 1 のアドレス・サーボ領域 6 を通過する期間では、光検出器 45 の出力に基づいて、基本クロック、アドレス情報、フォーカスエラー信号およびトラッキングエラー情報を得ることができる。

【0095】なお、位相空間光変調器 44 は光の偏光方向を回転させないものであってもよい。この場合には、図 10 におけるプリズムブロック 48 の偏光ビームスプリッタ面 48a を半反射面に変更する。あるいは、プリズムブロック 48 と位相空間光変調器 44 との間に、4 分の 1 波長板を設け、プリズムブロック 48 からの S 偏光の光を 4 分の 1 波長板によって円偏光の光に変換して位相空間光変調器 44 に入射させ、位相空間光変調器 44 からの円偏光の光を 4 分の 1 波長板によって P 偏光の光に変換して、偏光ビームスプリッタ面 48a を透過させるようにしてもよい。また、各画素毎に出射光の位相を 3 つ以上の値のいずれかに設定できる位相空間光変調器としては、液晶を用いたものに限らず、例えば、マイクロミラーデバイスを用いて、入射光の進行方向につい

て、各画素毎に反射面の位置を調整するようにした構成したものでもよい。

【0096】次に、図11を参照して、本実施の形態におけるフォーカスエラー情報の生成方法の一例について説明する。図11は、光検出器45の受光面における入射光の輪郭を示す説明図である。本例におけるフォーカスエラー情報の生成方法では、以下のようにして、光検出器45の受光面における入射光の輪郭の大きさに基づいてフォーカスエラー情報を生成する。まず、対物レンズ11からの光ビームが、記録媒体1におけるエアギャップ層4と反射膜5の境界面上で最も小径になるように収束する合焦状態のときには、光検出器45の受光面における入射光の輪郭は、図11において符号60で示した輪郭となるものとする。対物レンズ11からの光ビームが最も小径となる位置がエアギャップ層4と反射膜5の境界面よりも手前側へずれた場合には、光検出器45の受光面における入射光の輪郭は、図11において符号61で示したように径が小さくなる。逆に、対物レンズ11からの光ビームが最も小径となる位置がエアギャップ層4と反射膜5の境界面よりも奥側へずれた場合には、光検出器45の受光面における入射光の輪郭は、図11において符号62で示したように径が大きくなる。従って、合焦状態を基準として、光検出器45の受光面における入射光の輪郭の径の変化に応じた信号を検出することによってフォーカスエラー信号を得ることができる。具体的には、例えば、合焦状態を基準として、光検出器45の受光面における明部に対応する画素の増減数に基づいてフォーカスエラー信号を生成することができる。

【0097】本実施の形態では、光ビームが常に合焦状態となるように、フォーカスエラー信号に基づいて、記録媒体1に対して垂直な方向についての光ヘッド本体41の位置を調整して、フォーカスサーボを行う。なお、光ビームが情報記録領域7を通過する際には、フォーカスサーボは行われず、直前のアドレス・サーボ領域6通過時の状態が保持される。

【0098】次に、図12および図13を参照して、本実施の形態におけるトラッキングエラー情報の生成方法とトラッキングサーボの方法の一例について説明する。この例では、記録媒体1のアドレス・サーボ領域6には、トラッキングサーボに用いられる位置決め情報として、図12(a)に示したように、トラック70に沿って光ビーム72の進行方向の手前側から順に、2つのピット71A、1つのピット71B、1つのピット71Cが形成されている。2つのピット71Aは、図12において符号Aで示した位置においてトラック70を挟んで対称な位置に配置されている。ピット71Bは、図12において符号Bで示した位置においてトラック70に対して片側にずれた位置に配置されている。ピット71Cは、図12において符号Cで示した位置において、トラ

ック70に対してピット71Bとは反対側にずれた位置に配置されている。

【0099】図12(a)に示したように、光ビーム72がトラック70上を正確に進行する場合には、光ビーム72が各位置A、B、Cを通過する際の光検出器45の全受光量は、図12(b)に示したようになる。すなわち、位置A通過時の受光量が最も大きく、位置B通過時の受光量と位置C通過時の受光量は互いに等しく且つ位置A通過時の受光量よりも小さくなる。

10 【0100】一方、図13(a)に示したように、光ビーム72がトラック70に対してピット71C寄りにずれて進行する場合には、光ビーム72が各位置A、B、Cを通過する際の光検出器45の全受光量は、図13(b)に示したようになる。すなわち、位置A通過時の受光量が最も大きく、次に位置C通過時の受光量が大きく、位置B通過時の受光量は最も小さくなる。位置B通過時の受光量と位置C通過時の受光量との差の絶対値は、光ビーム72のトラック70からのずれ量が大きくなるほど大きくなる。

20 【0101】なお、図示しないが、光ビーム72がトラック70に対してピット71B寄りにずれて進行する場合には、位置A通過時の受光量が最も大きく、次に位置B通過時の受光量が大きく、位置C通過時の受光量は最も小さくなる。位置B通過時の受光量と位置C通過時の受光量との差の絶対値は、光ビーム72のトラック70からのずれ量が大きくなるほど大きくなる。

30 【0102】以上のことから、位置B通過時の受光量と位置C通過時の受光量との差から、トラック70に対する光ビーム72のずれの方向および大きさが分かる。従って、位置B通過時の受光量と位置C通過時の受光量との差をトラッキングエラー信号とすることができる。ピット71Aは、位置B通過時の受光量と位置C通過時の受光量を検出するタイミングの基準となる。

40 【0103】本例におけるトラッキングサーボは、具体的には、以下のようにして行われる。まず、光検出器45の全受光量が最初にピークに達するタイミング、すなわち位置A通過時のタイミングを検出する。次に、位置A通過時のタイミングを基準にして、位置B通過時のタイミングと位置C通過時のタイミングを予測する。次に、予測した各タイミングで、位置B通過時の受光量と位置C通過時の受光量を検出する。最後に、位置B通過時の受光量と位置C通過時の受光量との差を検出し、これをトラッキングエラー信号とする。そして、光ビーム72が常にトラック70に追従するように、トラッキングエラー信号に基づいてトラッキングサーボが行われる。なお、光ビーム72が情報記録領域7を通過する際には、トラッキングサーボは行われず、直前のアドレス・サーボ領域6通過時の状態が保持される。

50 【0104】なお、本実施の形態におけるトラッキングエラー情報の生成方法とトラッキングサーボの方法は、

上記の方法に限らず、例えばプッシュプル法を用いてもよい。この場合には、アドレス・サーボ領域6には、トラッキングサーボに用いられる位置決め情報として、トラック方向に沿った一列のビット列を形成しておき、光検出器45の受光面における入射光の形状の変化を検出して、トラッキングエラー情報を生成する。

【0105】次に、図14を参照して、情報の記録時における光ヘッド40の動作について説明する。図14は、情報の記録時におけるトラックTRの動きと情報光および記録用参照光の照射位置101の動きとを示している。図14において、記号Rは、記録媒体1の移動方向を表している。なお、図14では、便宜上、照射位置101をトラックTRに重ならないように表しているが、実際には、照射位置101はトラックTRに重なる。

【0106】本実施の形態では、図14(a)に示したように、記録媒体1の情報記録領域7に情報を記録する前に、照射位置101は、中立の位置よりも記録媒体1の移動方向Rとは反対方向（以下、進み方向とも言う。）に移動される。その際、照射位置101はアドレス・サーボ領域6を通過し、アドレス・サーボ領域6に記録された情報が光ヘッド40によって検出される。

【0107】次に、図14(b)に示したように、照射位置101が進み方向の移動範囲の端E1に達したら、照射位置101は、今度は記録媒体1の移動方向R（以下、遅れ方向とも言う。）に移動される。照射位置101の遅れ方向への移動開始直後は、照射位置101の移動速度は、情報を記録すべき所望の情報記録領域7の移動速度よりも小さい。従って、やがて、照射位置101は所望の情報記録領域7に重なる。

【0108】図14(c)に示したように、照射位置101が所望の情報記録領域7に重なったら、照射位置101の移動速度は、その情報記録領域7の移動速度と等しくなるように調整される。これにより、所望の情報記録領域7に照射位置101が追従するように照射位置101が移動される。

【0109】次に、図14(d)に示したように、照射位置101が遅れ方向の移動範囲の端E2に達したら、照射位置101は、再び、進み方向に移動され、図14(a)に示した動作が行われる。このようにして、図14(a)～(d)に示した動作が繰り返し実行される。

【0110】上述のように、本実施の形態では、所定の期間、移動する1つの情報記録領域7に情報光および記録用参照光の照射位置101が追従するように、照射位置101が移動される。これにより、所定の期間、1つの情報記録領域7に情報光および記録用参照光が照射され続け、この情報記録領域7に、情報光と記録用参照光との干渉による干渉パターンによって情報が記録される。以下、情報記録領域7に照射位置101が追従する期間を追従期間と言い、他の期間をキャッチアップ期間

と言う。

【0111】図15は、横軸を絶対位置とし、縦軸を時間とした座標系で、上述の照射位置101の動きを表したものである。図15における記号R、E1、E2は、これまでの説明と同様に、記録媒体1の移動方向、照射位置101の進み方向の移動範囲の端、照射位置101の遅れ方向の移動範囲の端を表している。また、図15において、記号T1は追従期間を表し、記号T2はキャッチアップ期間を表している。

10 【0112】図15に示したように、本実施の形態では、追従期間T1において、1つの情報記録領域7に情報光および記録用参照光が照射され続け、これにより、情報記録領域7に、情報光と記録用参照光との干渉による干渉パターン、すなわち情報を担持したホログラムが形成される。図15において、記号H1～H6は、この順番に記録されるホログラムを表している。

【0113】ところで、照射位置101の移動は、情報光および記録用参照光の出射位置である対物レンズ11を含むヘッド本体41を、ほぼトラックに沿う方向に移動させることによって行われる。ここで、図16に、対物レンズ11の位置の変化と、ヘッド本体41をほぼトラックに沿う方向に移動させるためのコイル155～158に対する駆動電圧の変化の一例を示す。図16において、(a)は対物レンズ11の位置の変化を示し、(b)は駆動電圧の変化を示している。

【0114】図16(a)に示した例において、対物レンズ11は、追従期間T1では、情報記録領域7の移動速度と等しい一定の速度で移動する。また、対物レンズ11は、キャッチアップ期間T2では、遅れ方向の移動範囲の端の位置で一時的に停止した後、進み方向に移動を開始し、進み方向の移動範囲の端に達したら、その位置で一時的に停止した後、情報記録領域7の移動速度よりも小さい速度で、遅れ方向に移動を開始する。

30 【0115】図16(b)に示した例において、駆動電圧は、正の値のときにヘッド本体41に対して進み方向へ移動する力を与え、負の値のときにヘッド本体41に対して遅れ方向へ移動する力を与える。

【0116】次に、図17を参照して、情報光および記録用参照光の照射位置101を、所望の情報記録領域7の位置に合わせる方法について説明する。図17において、(c)は3本のトラックTR1、TR2、TR3を示している。各トラックにおいて、隣り合う2つのアドレス・サーボ領域6の間には、4つの情報記録領域7が設けられている。図17(c)では、これら4つの情報記録領域7の位置を記号a、b、c、dで表している。

【0117】図17において(d)、(e)は、それぞれトラックTR1、TR2において記録を行う際の情報光および記録用参照光の照射位置101の軌跡を表している。図17(d)、(e)において、横軸は、図17(c)に示したトラックに対する照射位置101の相対

位置を表し、縦軸は時間を表している。本実施の形態では、キャッチアップ期間T2において、照射位置101はアドレス・サーボ領域6を通過し、アドレス・サーボ領域6に記録された情報が光ヘッド40によって検出される。そして、この光ヘッド40の検出出力に基づいて、図2におけるコントローラ90によって、照射位置101が通過したアドレス・サーボ領域6と次のアドレス・サーボ領域6との間に存在する情報記録領域7のアドレスが認識される。また、照射位置101がアドレス・サーボ領域6を通過する際には、光ヘッド40の検出出力に基づいて基本クロックが生成される。

【0118】コントローラ90は、隣り合う2つのアドレス・サーボ領域6の間に存在する4つの情報記録領域7の中から、情報を記録すべき情報記録領域7を選択する。隣り合う2つのアドレス・サーボ領域6の間に存在する4つの情報記録領域7の位置、すなわち図17

(c)におけるa～dの位置は、上記の基本クロックを用いて表される時間で特定することができる。コントローラ90は、情報を記録すべき情報記録領域7の位置に応じて、図16に示したような駆動電圧のプロファイルを変更することにより、照射位置101を、その情報記録領域7の位置に合わせる。

【0119】本実施の形態では、図17(d)、(e)に示したように、所定のトラックにおける情報の記録は、次のようにして行われる。まず、記録媒体1が1回転する間に、1つのトラックにおいて、図17(c)におけるaの位置に存在する各情報記録領域7に情報を記録する。次の1回転の間では、同じトラックにおいて、図17(c)におけるbの位置に存在する各情報記録領域7に情報を記録する。以下、同様にして、次の1回転の間では、同じトラックにおいて、図17(c)におけるcの位置に存在する各情報記録領域7に情報を記録し、更に次の1回転の間では、同じトラックにおいて、図17(c)におけるdの位置に存在する各情報記録領域7に情報を記録する。このようにして、1つのトラックにおけるa～dの全ての位置に存在する各情報記録領域7に対する情報の記録が終了したら、次のトラックにおいて、同様の記録を行う。なお、図17(d)、

(e)では、記録媒体1の各1回転毎の照射位置101の軌跡を、時間軸方向に詰めて表している。

【0120】ところで、キャッチアップ期間T2では、記録媒体1(アドレス・サーボ領域6)に対する照射位置101の相対速度は、増加、一定、減少の順に変化する。照射位置101の相対速度が一定の期間でのみ、アドレス・サーボ領域6に記録された情報を検出する場合には、アドレス・サーボ領域6に記録するビットの長さや隣接する2つのビット間の長さは、例えば基準の長さの整数倍とすることができる。しかし、この場合には、アドレス・サーボ領域6の長さをあまり大きくすることはできない。

【0121】照射位置101の相対速度が一定の期間のみならず、照射位置101の相対速度が増加あるいは減少する期間でも、アドレス・サーボ領域6に記録された情報を検出できるようにすれば、アドレス・サーボ領域6の長さを大きくでき、アドレス・サーボ領域6により多くの情報を記録することが可能になる。しかし、この場合には、ビットの長さや隣接する2つのビット間の長さが一定であっても、照射位置101の相対速度に応じて、光ヘッド40の検出出力におけるビットの時間やビット間の時間が変化する。そのため、正確な基本クロックを生成したり、アドレス・サーボ領域6に記録された情報を正確に認識したりするためには、何らかの対策が必要となる。以下、そのような対策の2つの例について説明する。

【0122】第1の対策は、図17(a)に示したように、アドレス・サーボ領域6に記録するビットPの長さや隣接する2つのビットP間の長さの基準となる長さを、照射位置101の相対速度に比例するように変えるものである。なお、図17(a)において、中央のビットは、アドレス・サーボ領域6の中央の位置を表す特別なビットである。

【0123】第2の対策は、図17(b)に示したように、アドレス・サーボ領域6に記録するビットPの長さや隣接する2つのビットP間の長さの基準となる長さは変えずに、図2における信号処理回路89において、光ヘッド40の検出出力におけるビットの時間やビット間の時間を、実際のビットの長さやビット間の長さに変換するものである。

【0124】図18は、上記の第1の対策を採用した場合におけるビットの長さの変化の具体例を示したものである。図18において、縦軸は記録媒体1(アドレス・サーボ領域6)に対する照射位置101の相対速度を表し、横軸は時間を表している。また、図18において、符号P1～P8は、各タイミングにおけるビットを表している。なお、ビットP1～P8は、信号処理上は同じ長さとして判断されるべきものとしている。なお、図18において、記号LPは、半導体レーザ43の出力の変化を表している。第1の対策では、ビットP1～P8の長さは、照射位置101の相対速度に比例する。これにより、光ヘッド40の検出出力におけるビットP1～P8の時間は一定になる。従って、第1の対策を採用した場合には、光ヘッド40の検出出力におけるビットの時間やビット間の時間から、そのままビットの長さやビット間の長さを認識して、アドレス・サーボ領域6に記録された情報を認識することができる。

【0125】図19は、上記の第2の対策を採用した場合におけるビットの時間およびビット間の時間の変化の具体例を示したものである。図19では、照射位置101の相対速度が減少する期間において、ビットの長さおよびビット間の長さが一定のビット列を、照射位置10

1 が通過した場合について示している。図 19 において、(a) は、図 2 における検出回路 85 より出力される再生信号 RF を示し、(b) は光情報記録再生装置で使用するシステムクロックを示している。また、

(a) において、ハイレベルの期間はビットの期間に対応し、ローレベルの期間は隣接する 2 つのビット間の期間に対応する。図 19 (a) に示したように、照射位置 101 の相対速度が減少する期間では、ビットの長さおよびビット間の長さが一定でも、再生信号 RF におけるビットの時間やビット間の時間は徐々に増加する。図 2 における信号処理回路 89 は、コントローラ 90 から照射位置 101 の相対速度の情報を得て、再生信号 RF におけるビットの時間やビット間の時間に、照射位置 101 の相対速度を掛けて、ビットの長さやビット間の長さを求める。このようにして計算によって求められたビットの長さやビット間の長さは、実際のビットの長さやビット間の長さとも一致する。従って、第 2 の対策を採用した場合には、計算によって求められたビットの長さやビット間の長さを用いて、アドレス・サーボ領域 6 に記録された情報を認識することができる。

【0126】以上説明したように、本実施の形態では、所定の期間、移動する 1 つの情報記録領域 7 に情報光および記録用参照光の照射位置が追従するように、情報光および記録用参照光の照射位置を移動させる。これにより、所定の期間、1 つの情報記録領域 7 に情報光および記録用参照光が照射され続ける。従って、本実施の形態によれば、情報記録領域 7 と情報光および記録用参照光の照射位置とのずれを生じることなく、情報記録領域 7 に情報を記録するのに十分な時間だけ、情報記録領域 7 に情報光および記録用参照光を照射することが可能となる。その結果、本実施の形態によれば、実用的な光源である半導体レーザ 43 を用いて、複数の情報記録領域 7 を有する記録媒体 1 を回転移動させながら、各情報記録領域 7 にホログラフィを利用して情報を記録することが可能となる。

【0127】また、本実施の形態では、記録媒体 1 にアドレス・サーボ領域 6 が設けられている。アドレス・サーボ領域 6 には、各情報記録領域 7 を識別するためのアドレス情報と各情報記録領域 7 に対する情報光、記録用参照光および再生用参照光の照射位置を合わせるための位置決め情報とが記録されている。光情報記録再生装置は、アドレス・サーボ領域 6 に記録されたアドレス情報を検出して各情報記録領域 7 を識別する。従って、本実施の形態によれば、各情報記録領域 7 を容易に識別することが可能になる。また、光情報記録再生装置は、アドレス・サーボ領域 6 に記録された位置決め情報を検出して、各情報記録領域 7 に対して情報光、記録用参照光および再生用参照光の照射位置を合わせる。従って、本実施の形態によれば、各情報記録領域 7 に対して情報光、記録用参照光および再生用参照光の照射位置を容易に合

わせることが可能になる。

【0128】また、本実施の形態では、情報の記録時には、記録する情報に基づいて光の位相が空間的に変調された情報光と記録用参照光とを、記録媒体 1 の情報記録層 3 に照射して、情報光と記録用参照光との干渉による干渉パターンによって情報記録層 3 に情報を記録する。また、情報の再生時には、再生用参照光を情報記録層 3 に照射し、これによって情報記録層 3 より発生される再生光と再生用参照光とを重ね合わせて合成光を生成し、この合成光を検出して情報を再生する。

【0129】従って、本実施の形態によれば、情報の再生時に再生光と再生用参照光とを分離する必要がない。そのため、情報の記録時に、情報光と記録用参照光とを互いに所定の角度をなすように記録媒体に入射させる必要もない。実際、本実施の形態では、情報光、記録用参照光、再生用参照光および再生光が同軸的に配置されるように、情報光、記録用参照光および再生用参照光の照射と再生光の収集とが情報記録層 3 の同一面側より行われる。従って、本実施の形態によれば、記録および再生のための光学系を小さく構成することができる。

【0130】また、従来の再生方法では、再生光と再生用参照光とを分離して、再生光のみを検出するため、再生光を検出する光検出器に再生用参照光も入射してしまうと、再生情報の SN 比が劣化するという問題点があった。これに対し、本実施の形態では、再生光と再生用参照光とを用いて情報を再生するので、再生用参照光によって再生情報の SN 比が劣化することがない。従って、本実施の形態によれば、再生情報の SN 比を向上させることができる。

【0131】また、本実施の形態によれば、情報光、記録用参照光および再生用参照光の全てが、同軸的に配置され、且つ同じ位置で最も小径となるように収束するようにしたので、記録および再生のための光学系の構成を簡単にすることができる。

【0132】[第 2 の実施の形態] 次に、本発明の第 2 の実施の形態に係る光情報記録再生装置について説明する。図 20 は、本実施の形態に係る光情報記録再生装置における光ヘッドの駆動機構を示す平面図である。本実施の形態は、光ヘッドの駆動機構が第 1 の実施の形態とは異なるものである。

【0133】本実施の形態における光ヘッド 40 は、固定部 201 と、第 1 の可動部 202 と、第 2 の可動部 203 とを有している。固定部 201 は、光情報記録再生装置の本体に固定されている。光情報記録再生装置の本体には、記録媒体 1 の半径方向（図 20 における上下方向）に延びる 2 本のレール 221 が取り付けられている。第 1 の可動部 202 は、この 2 本のレール 221 によって、記録媒体 1 の半径方向に移動可能に支持されている。また、光ヘッド 40 は、第 1 の可動部 202 を、光情報記録再生装置の本体に対して記録媒体 1 の半径方

向に移動させるリニアモータ222を有している。

【0134】第1の可動部202には、トラックの接線方向（図20における左右方向）に延びる2本のレール231が取り付けられている。第2の可動部203は、この2本のレール231によって、トラックの接線方向に移動可能に支持されている。また、光ヘッド40は、第2の可動部203を、第1の可動部202に対してトラックの接線方向に移動させるリニアモータ232を有している。

【0135】第2の可動部203には、対物レンズ11を、記録媒体1の面に垂直な方向（図20における紙面に直交する方向）に移動可能に支持する支持板204が取り付けられている。また、光ヘッド40は、対物レンズ11を、第2の可動部203に対して記録媒体1の面に垂直な方向に移動させるアクチュエータ241を有している。

【0136】本実施の形態における光ヘッド40では、記録再生光学系のうち、対物レンズ11は支持板204に取り付けられ、他の大部分は固定部201に設けられている。第1の可動部202と第2の可動部203には、固定部201に設けられた光学系からの光LBを対物レンズ11に導くと共に、記録媒体1側から対物レンズ11に入射した光を固定部201に設けられた光学系に導くための中継用光学系が設けられている。図20には、第1の可動部202に固定され、中継用光学系の一部をなすミラー223を示している。

【0137】本実施の形態における光ヘッド40では、アクチュエータ241によって、記録媒体1の面に垂直な方向に、対物レンズ11の位置を変化させることができ、これにより、フォーカスサーボを行うことができる。また、光ヘッド40では、リニアモータ222によって、記録媒体1の半径方向に、対物レンズ11の位置を変化させることができ、これにより、所望のトラックへのアクセスとトラッキングサーボとを行うことができる。また、光ヘッド40では、リニアモータ232によって、トラックの接線方向、すなわち、ほぼトラックに沿う方向に、対物レンズ11の位置を変化させることができる。これにより、情報記録領域7に対して情報光および記録用参照光の照射位置を追従させる制御を行うことができる。リニアモータ232は、本発明における照射位置移動手段に対応する。

【0138】アクチュエータ241は、図2におけるフォーカスサーボ回路86によって駆動されるようになっている。リニアモータ222は、図2におけるトラッキングサーボ回路87およびスライドサーボ回路88によって駆動されるようになっている。また、リニアモータ232は、図2における追従制御回路94によって駆動されるようになっている。

【0139】なお、本実施の形態では、光ヘッド40が図2における駆動装置84の機能を有しているので、こ

の駆動装置84は設けられていない。また、本実施の形態では、記録媒体1と光ヘッド40との相対的な傾きを補正する機能は備えておらず、図2における傾き補正回路93は設けられていない。

【0140】本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第1の実施の形態と同様である。

【0141】〔第3の実施の形態〕次に、本発明の第3の実施の形態に係る光情報記録再生装置について説明する。図21は、本実施の形態に係る光情報記録再生装置における記録再生光学系の要部を示す説明図である。

【0142】始めに、図21を参照して、本実施の形態に係る記録媒体の構成について説明する。本実施の形態に係る記録媒体301は、第1の実施の形態における記録媒体1と同様に、円板状をなし、複数のトラックを有している。各トラックには、複数のアドレス・サーボ領域306が等間隔に設けられている。隣り合うアドレス・サーボ領域306間には、1つまたは複数の情報記録領域307が設けられている。

【0143】記録媒体301は、ポリカーボネート等によって形成された円板状の2枚の透明基板302、304と、これらの透明基板302、304の間に設けられた情報記録層303と、透明基板302における情報記録層303とは反対側の面に隣接するように設けられた保護層305とを備えている。

【0144】情報記録層303は、ホログラフィを利用して情報が記録される層であり、第1の実施の形態における記録媒体1の情報記録層3と同様のホログラム材料によって形成される。

【0145】この記録媒体301では、保護層305の透明基板302とは反対側の面（図21における下側の面）が、記録用参照光および再生用参照光が入射され、再生光が出射される第1の面301aとなり、透明基板304の情報記録層303とは反対側の面（図21における上側の面）が、記録する情報を担持した情報光が入射される第2の面301bとなっている。

【0146】アドレス・サーボ領域306において、アドレス情報等を表すエンボスピットは、透明基板302と保護層305との境界面に形成されている。なお、フォーカスサーボは、透明基板302と保護層305との境界面を用いて行うこともできる。

【0147】なお、図22に示したように、記録媒体301は、アドレス・サーボ領域306において、アドレス情報等を表すエンボスピットが透明基板302と情報記録層303との境界面に設けられたものであってもよい。この場合には、保護層305は不要となる。

【0148】次に、図21を参照して、本実施の形態に係る光情報記録再生装置における記録再生光学系の要部について説明する。記録再生光学系は、記録媒体301の透明基板304側に対向する対物レンズ321と、この対物レンズ321における記録媒体301とは反対側

に、対物レンズ321側から順に配設された4分の1波長板322および偏光ビームスプリッタ323を有している。偏光ビームスプリッタ323は、S偏光を反射し、P偏光を透過させる偏光ビームスプリッタ面323aを有している。偏光ビームスプリッタ面323aは、記録媒体301の面に対して45°をなしている。偏光ビームスプリッタ323では、図21における右側の面が情報光入射面323bになっている。記録再生光学系は、更に、偏光ビームスプリッタ323の情報光入射面323bに入射する光の光路上に配置された空間光変調器327を有している。空間光変調器327は、格子状に配列された多数の画素を有し、例えば、各画素毎に光の透過状態と遮断状態とを選択することによって、出射光の強度を空間的に変調して、情報を担持した情報光を生成することができるようにしている。この空間光変調器327としては、例えば液晶素子を用いることができる。

【0149】記録再生光学系は、更に、記録媒体301の保護層305側に対向する対物レンズ331と、この対物レンズ331における記録媒体301とは反対側に、対物レンズ331側から順に配設された4分の1波長板332、偏光ビームスプリッタ333および光検出器334を有している。偏光ビームスプリッタ333は、S偏光を反射し、P偏光を透過させる偏光ビームスプリッタ面333aを有している。偏光ビームスプリッタ面333aは、記録媒体301の面に対して45°をなしている。偏光ビームスプリッタ333では、図21における右側の面が参照光入射面333bになっている。記録再生光学系は、更に、偏光ビームスプリッタ333の参照光入射面333bに入射する光の光路上に配置された位相空間光変調器338を有している。位相空間光変調器338は、格子状に配列された多数の画素を有し、各画素毎に出射光の位相を、2値または3つ以上の値の中から選択することによって、光の位相を空間的に変調することができるようにしている。

【0150】光検出器334は、格子状に配列された多数の画素を有し、各画素毎に受光した光の強度を検出できるようになっている。光検出器334としては、CCD型固体撮像素子やMOS型固体撮像素子やスマート光センサが用いられる。

【0151】次に、図23を参照して、本実施の形態に係る光情報記録再生装置における記録再生光学系の全体の構成について説明する。

【0152】まず、記録再生光学系のうち、情報光に関する部分について説明する。記録再生光学系は、既に説明した対物レンズ321、4分の1波長板322および偏光ビームスプリッタ323を有している。記録再生光学系は、更に、偏光ビームスプリッタ323の情報光入射面323bに入射する光の光路上に、偏光ビームスプリッタ323側から順に配置された凸レンズ324、ピ

ンホール325、凸レンズ326および空間光変調器327を有している。

【0153】凸レンズ324と凸レンズ326の焦点距離は等しくなっている。この焦点距離を f_s とする。凸レンズ324の中心、ピンホール325、凸レンズ326の中心および空間光変調器327の像形成面は、焦点距離 f_s の間隔を開けて配置されている。従って、空間光変調器327を通過した平行光束は、凸レンズ326によって集光されて、ピンホール325の位置で最も小径となって、このピンホール325を通過する。ピンホール325を通過した光は拡散する光となって、凸レンズ324に入射し、平行光束となって偏光ビームスプリッタ323の情報光入射面323bに入射する。空間光変調器327の像形成面と共役な像面351は、凸レンズ324と偏光ビームスプリッタ323との間であって、凸レンズ324の中心から焦点距離 f_s だけ離れた位置に形成される。

【0154】偏光ビームスプリッタ323の中心と像面351との間の距離を f_1 とし、偏光ビームスプリッタ323の中心と対物レンズ321の中心との距離を f_2 とし、対物レンズ321の焦点距離を f とすると、 $f = f_1 + f_2$ となっている。記録媒体301における透明基板302と保護層305との境界面は、対物レンズ321の中心から焦点距離 f だけ離れた位置に配置されるようになっている。このような構成とすることにより、空間光変調器327を対物レンズ321から離れた位置に配置することが可能になり、光学系の設計の自由度が増す。

【0155】次に、記録再生光学系のうち、記録用参照光、再生用参照光および再生光に関する部分について説明する。記録再生光学系は、既に説明した対物レンズ331、4分の1波長板332、偏光ビームスプリッタ333および光検出器334を有している。記録再生光学系は、更に、偏光ビームスプリッタ333の参照光入射面333bに入射する光の光路上に配置された偏光ビームスプリッタ335を有している。偏光ビームスプリッタ335は、偏光ビームスプリッタ333の偏光ビームスプリッタ面333aと平行に配置され、S偏光を反射し、P偏光を透過させる偏光ビームスプリッタ面335aを有している。

【0156】記録再生光学系は、更に、偏光ビームスプリッタ335の図23における下側に偏光ビームスプリッタ335側から順に配置された凸レンズ336、凹レンズ337および位相空間光変調器338を有している。位相空間光変調器338は反射型になっている。位相空間光変調器338の像形成面と共役な像面352は、偏光ビームスプリッタ335と偏光ビームスプリッタ333との間に形成されるようになっている。

【0157】偏光ビームスプリッタ333の中心と像面352との間の距離は、偏光ビームスプリッタ323の

中心と像面351との間の距離と等しく f_1 となっている。偏光ビームスプリッタ333の中心と対物レンズ331の中心との距離は、偏光ビームスプリッタ323の中心と対物レンズ321の中心との距離と等しく f_2 となっている。対物レンズ331の焦点距離は、対物レンズ321の焦点距離と等しく f となっている。記録媒体301における透明基板302と保護層305との境界面は、対物レンズ331の中心から焦点距離 f だけ離れた位置に配置されるようになっている。このような構成とすることにより、位相空間光変調器338を対物レンズ331から離れた位置に配置することが可能になり、光学系の設計の自由度が増す。

【0158】記録再生光学系は、更に、偏光ビームスプリッタ335の図23における上側において、偏光ビームスプリッタ面335aに対して 90° をなすように配置されたミラー339と、このミラー339と平行に配置されたミラー340とを有している。

【0159】次に、記録再生光学系のうち、情報光、記録用参照光および再生用参照光に共通する部分について説明する。記録再生光学系は、コヒーレントな直線偏光のレーザ光を出射する半導体レーザ342と、この半導体レーザ342より出射される光の光路上に半導体レーザ342側より順に配置されたコリメータレンズ343、ミラー344、旋光用光学素子345および偏光ビームスプリッタ346を有している。旋光用光学素子345としては、例えば、2分の1波長板または旋光板が用いられる。偏光ビームスプリッタ346は、S偏光を反射し、P偏光を透過させる偏光ビームスプリッタ面346aを有している。

【0160】なお、図21では、図23に示した記録再生光学系の要部を分かりやすく示すために、空間光変調器327を像面351の位置に配置し、位相空間光変調器338を透過型として表して、像面352の位置に配置している。

【0161】次に、図23に示した記録再生光学系の作用の概略について説明する。半導体レーザ342は、S偏光またはP偏光の直線偏光の光を出射する。コリメータレンズ343は、半導体レーザ342の出射光を平行光束にして出射する。旋光用光学素子345は、コリメータレンズ343より出射され、ミラー344で反射された光を旋光して、S偏光成分とP偏光成分とを含む光を出射する。

【0162】旋光用光学素子345の出射光のうち、S偏光成分は、偏光ビームスプリッタ346の偏光ビームスプリッタ面346aで反射されて、空間光変調器327に入射し、空間光変調器327によって光の強度が空間的に変調されて情報光が生成される。空間光変調器327より出射される情報光は、凸レンズ326、ピンホール325、凸レンズ324を順に通過し、偏光ビームスプリッタ323の偏光ビームスプリッタ面323aで

反射されて、4分の1波長板322に入射する。4分の1波長板322を通過した情報光は、円偏光の光となり、対物レンズ321によって集光されて、透明基板302と保護層305との境界面上で最も小径となるように収束しながら記録媒体301に照射される。なお、凸レンズ326、ピンホール325および凸レンズ324からなる光学系において空間フィルタリングを行ってもよい。

【0163】一方、旋光用光学素子345の出射光のうち、P偏光成分は、偏光ビームスプリッタ346の偏光ビームスプリッタ面346aを透過し、ミラー340、339で反射され、偏光ビームスプリッタ335の偏光ビームスプリッタ面335aを透過し、凸レンズ336および凹レンズ337を経て、平行光束として位相空間光変調器338に入射する。位相空間光変調器338は、例えば、各画素毎に出射光の位相を、互いに π (rad) だけ異なる2つの値のいずれかに設定することによって、光の位相を空間的に変調するようになっている。位相空間光変調器338によって変調された光は記録用参照光または再生用参照光となる。位相空間光変調器338は、更に、入射光の偏光方向に対して、出射光の偏光方向を 90° 回転させるようになっている。従って、位相空間光変調器338の出射光はS偏光の光となる。位相空間光変調器338の出射光は、凹レンズ337、凸レンズ336を経て、偏光ビームスプリッタ335の偏光ビームスプリッタ面335aで反射され、更に偏光ビームスプリッタ333の偏光ビームスプリッタ面333aで反射されて、4分の1波長板332に入射する。4分の1波長板332を通過した光は、円偏光の光となり、対物レンズ331によって集光されて、透明基板302と保護層305との境界面上で最も小径となるように収束しながら記録媒体301に照射される。

【0164】対物レンズ331より記録媒体301に照射された光が透明基板302と保護層305との境界面で反射して生じる戻り光、あるいは対物レンズ331より記録媒体301に照射された再生用参照光に応じて情報記録層303より発生する再生光は、対物レンズ331を通過して平行光束となり、4分の1波長板332を通過してP偏光の光となり、偏光ビームスプリッタ333の偏光ビームスプリッタ面333aを通過して光検出器334に入射する。

【0165】なお、記録媒体301が図22に示したような構成の場合には、対物レンズ321からの光および対物レンズ331からの光は、共に、透明基板302と情報記録層303との境界面上で最も小径となるように収束しながら記録媒体301に照射される。

【0166】次に、図24を参照して、本実施の形態に係る光情報記録再生装置の構成について説明する。この光情報記録再生装置310は、図2に示した第1の実施の形態に係る光情報記録再生装置10における光ヘッド

40および駆動装置84の代わりに、光ヘッド下部40Aと、光ヘッド上部40Bと、固定部40Cとを備えている。光ヘッド下部40Aは、記録媒体301の下側に配置され、記録媒体301に対して記録用参照光または再生用参照光を照射すると共に、再生光を収集するようになっている。光ヘッド上部40Bは、記録媒体301の上側に配置され、記録媒体301に対して情報光を照射するようになっている。固定部40Cは光情報記録再生装置310の本体に固定されている。

【0167】光ヘッド下部40Aには、図23に示した記録再生光学系の構成要素のうち、対物レンズ331、4分の1波長板332、偏光ビームスプリッタ333、光検出器334、偏光ビームスプリッタ335、凸レンズ336、凹レンズ337、位相空間光変調器338およびミラー339が収納されている。光ヘッド上部40Bには、図23に示した記録再生光学系のうち、対物レンズ321、4分の1波長板322、偏光ビームスプリッタ323、凸レンズ324、ピンホール325、凸レンズ326および空間光変調器327が収納されている。固定部40Cには、半導体レーザ342、コリメータレンズ343、ミラー344、旋光用光学素子345、偏光ビームスプリッタ346およびミラー340が収納されている。

【0168】光ヘッド下部40Aと光ヘッド上部40Bは、それぞれ、図20に示した光ヘッド40の駆動機構と同様の駆動機構によって、記録媒体301を挟んで対向する位置関係を保ちながら駆動されるようになっている。本実施の形態では、光ヘッド下部40Aおよび光ヘッド上部40Bは、それぞれ図2における駆動装置84の機能を有しているので、この駆動装置84は設けられていない。また、本実施の形態では、記録媒体301と光ヘッド下部40Aおよび光ヘッド上部40Bとの相対的な傾きを補正する機能は備えておらず、図2における傾き補正回路93は設けられていない。光情報記録再生装置310におけるその他の回路構成は、図2に示した光情報記録再生装置10と同様である。

【0169】本実施の形態における光ヘッド下部40Aおよび光ヘッド上部40Bでは、図20におけるアクチュエータ241によって、記録媒体301の面に垂直な方向に、対物レンズ321、331の位置を変化させることができ、これにより、フォーカスサーボを行うことができる。また、光ヘッド下部40Aおよび光ヘッド上部40Bでは、図20におけるリニアモータ222によって、記録媒体301の半径方向に、対物レンズ321、331の位置を変化させることができ、これにより、所望のトラックへのアクセスとトラッキングサーボとを行うことができる。また、光ヘッド下部40Aおよび光ヘッド上部40Bでは、リニアモータ232によって、トラックの接線方向、すなわち、ほぼトラックに沿う方向に、対物レンズ321、331の位置を変化させ

ることができる。これにより、情報記録領域307に対して情報光および記録用参照光の照射位置を追従させる制御を行うことができる。

【0170】なお、半導体レーザ342、空間光変調器327および位相空間光変調器338は、図24におけるコントローラ90によって制御されるようになっている。コントローラ90は、位相空間光変調器338において光の位相を空間的に変調するための複数の変調パターンを保持している。また、操作部91は、複数の変調パターンの中から任意の変調パターンを選択することができるようになっている。そして、コントローラ90は、所定の条件に従って自らが選択した変調パターンまたは操作部91によって選択された変調パターンの情報を位相空間光変調器338に与え、位相空間光変調器338は、コントローラ90より与えられる変調パターンの情報に従って、対応する変調パターンで光の位相を空間的に変調するようになっている。

【0171】次に、本実施の形態に係る光情報記録再生装置の作用について、サーボ時、情報の記録時、情報の再生時に分けて、順に説明する。

【0172】まず、図23および図25を参照して、サーボ時の作用について説明する。図25はサーボ時における記録再生光学系の要部の状態を示す説明図である。サーボ時には、空間光変調器327は、全面素子が遮断状態にされる。位相空間光変調器338は、各画素を通過する光が全て同じ位相になるように設定される。半導体レーザ342の出射光の出力は、再生用の低出力に設定される。なお、コントローラ90は、再生信号RFより再生された基本クロックに基づいて、対物レンズ331の出射光がアドレス・サーボ領域306を通過するタイミングを予測し、対物レンズ331の出射光がアドレス・サーボ領域306を通過する間、上記の設定とする。

【0173】半導体レーザ342から出射された光は、コリメータレンズ343によって平行光束とされ、ミラー344、旋光用光学素子345を通過して、偏光ビームスプリッタ346に入射する。偏光ビームスプリッタ346に入射した光のうちのS偏光成分は、偏光ビームスプリッタ面346aで反射され、空間光変調器327によって遮断される。

【0174】偏光ビームスプリッタ346に入射した光のうちのP偏光成分は、偏光ビームスプリッタ面346aを透過し、ミラー340、339を通過し、偏光ビームスプリッタ335の偏光ビームスプリッタ面335aを透過し、凸レンズ336、凹レンズ337を通過して、位相空間光変調器338に入射する。位相空間光変調器338は、入射光の偏光方向に対して、出射光の偏光方向を90°回転させるので、位相空間光変調器338の出射光はS偏光となる。位相空間光変調器338の出射光は、凹レンズ337、凸レンズ336を通過し、偏光ビームスプリッタ335の偏光ビームスプリッタ面

335aで反射され、更に、偏光ビームスプリッタ333の偏光ビームスプリッタ面333aで反射されて、4分の1波長板332に入射する。4分の1波長板332を通過した光は、円偏光の光となり、対物レンズ331によって集光されて、透明基板302と保護層305との境界面上で最も小径となるように収束しながら記録媒体301に照射される。

【0175】対物レンズ331より記録媒体301に照射された光が透明基板302と保護層305との境界面で反射して生じる戻り光は、対物レンズ331を通過して平行光束となり、4分の1波長板332を通過してP偏光の光となり、偏光ビームスプリッタ333の偏光ビームスプリッタ面333aを通過して光検出器334に入射する。この光検出器334の出力に基づいて、検出回路85によって、フォーカスエラー信号FE、トラッキングエラー信号TEおよび再生信号RFが生成される。そして、これらの信号に基づいて、フォーカスサーボおよびトラッキングサーボが行われると共に、基本クロックの再生およびアドレスの判別が行われる。

【0176】なお、上記のサーボ時における設定では、光ヘッド下部40Aの構成は、通常の光ディスクに対する記録、再生用の光ヘッドの構成と同様になる。従って、本実施の形態における光情報記録再生装置は、通常の光ディスクを用いて記録や再生を行うことも可能である。

【0177】次に、図23および図26を参照して、情報の記録時の作用について説明する。図26は記録時における記録再生光学系の要部の状態を示す説明図である。記録時には、空間光変調器327は、記録する情報に応じて各画素毎に透過状態（以下、オンとも言う。）と遮断状態（以下、オフとも言う。）を選択して、通過する光の強度を空間的に変調して情報光を生成する。位相空間光変調器338は、通過する光に対して、所定の変調パターンに従って、画素毎に、所定の位相を基準にして位相差0 (rad) か π (rad) を選択的に付与することによって、光の位相を空間的に変調して、位相が空間的に変調された記録用参照光を生成する。

【0178】コントローラ90は、所定の条件に従って自らが選択した変調パターンまたは操作部91によって選択された変調パターンの情報を位相空間光変調器338に与え、位相空間光変調器338は、コントローラ90より与えられる変調パターンの情報に従って、通過する光の位相を空間的に変調する。

【0179】半導体レーザ342の出射光の出力は、パルス的に記録用の高出力にされる。なお、コントローラ90による制御の下で、対物レンズ321、331の出射光がアドレス・サーボ領域306以外の領域を通過する期間は、フォーカスサーボおよびトラッキングサーボは行われない。

【0180】半導体レーザ342から出射された光は、

コリメータレンズ343によって平行光束とされ、ミラー344、旋光用光学素子345を通過して、偏光ビームスプリッタ346に入射する。偏光ビームスプリッタ346に入射した光のうちのS偏光成分は、偏光ビームスプリッタ面346aで反射され、空間光変調器327を通過し、その際に、記録する情報に従って、光の強度が空間的に変調されて、情報光となる。この情報光は、凸レンズ326、ピンホール325、凸レンズ324を順に通過し、偏光ビームスプリッタ323の偏光ビームスプリッタ面323aで反射されて、4分の1波長板322に入射する。4分の1波長板322を通過した情報光は、円偏光の光となり、対物レンズ321によって集光されて、透明基板302と保護層305との境界面上で最も小径となるように収束しながら記録媒体301に照射される。図26に示したように、情報光は、記録媒体301内において、収束しながら情報記録層303を通過する。

【0181】偏光ビームスプリッタ346に入射した光のうちのP偏光成分は、偏光ビームスプリッタ面346aを透過し、ミラー340、339を通過し、偏光ビームスプリッタ335の偏光ビームスプリッタ面335aを透過し、凸レンズ336、凹レンズ337を通過して、位相空間光変調器338に入射して、光の位相が空間的に変調されて、記録用参照光となる。位相空間光変調器338より出射された記録用参照光は、S偏光となっているので、凹レンズ337、凸レンズ336を通過した後、偏光ビームスプリッタ335の偏光ビームスプリッタ面335aで反射され、更に、偏光ビームスプリッタ333の偏光ビームスプリッタ面333aで反射されて、4分の1波長板332に入射する。4分の1波長板332を通過した記録用参照光は、円偏光の光となり、対物レンズ331によって集光されて、透明基板302と保護層305との境界面上で最も小径となるように収束しながら記録媒体301に照射される。図26に示したように、記録用参照光は、記録媒体301内において、発散しながら情報記録層303を通過する。

【0182】このように、記録時には、情報光および記録用参照光は、情報記録層303に対して互いに反対の面側より同軸的に照射され、同じ位置（透明基板302と保護層305との境界面上）で最も小径となるように収束する。情報記録層303内には、情報光と記録用参照光とが干渉して干渉パターンが形成され、半導体レーザ342の出射光の出力が記録用の高出力になったときに、この干渉パターンが情報記録層303内に体積的に記録され、反射型（リップマン型）のホログラムが形成される。

【0183】本実施の形態では、記録する情報毎に、記録用参照光の位相の変調パターンを変えることにより、位相符号化多重方式により、情報記録層303の同一箇所複数に複数の情報を多重記録することができる。

【0184】また、本実施の形態では、シフトマルチプレキシング (shift multiplexing) という方法を用いて複数のデータを多重記録することも可能である。シフトマルチプレキシングとは、情報記録層 303 に対して、各情報に対応した複数のホログラム形成領域を、互いに水平方向に少しずつずらし、且つ一部が重なるように形成して、複数の情報を多重記録する方法である。

【0185】位相符号化多重方式による多重記録とシフトマルチプレキシングによる多重記録は、どちらか一方のみを用いることもできるし、併用することもできる。

【0186】次に、図 23 および図 27 を参照して、情報の再生時の作用について説明する。図 27 は再生時における記録再生光学系の要部の状態を示す説明図である。再生時には、空間光変調器 327 は、全面素が遮断状態にされる。位相空間光変調器 338 は、通過する光に対して、所定の変調パターンに従って、画素毎に、所定の位相を基準にして位相差 0 (rad) か π (rad) を選択的に付与することによって、光の位相を空間的に変調して、位相が空間的に変調された再生用参照光を生成する。

【0187】コントローラ 90 は、所定の条件に従って自らが選択した変調パターンまたは操作部 91 によって選択された変調パターンの情報を位相空間光変調器 338 に与え、位相空間光変調器 338 は、コントローラ 90 より与えられる変調パターンの情報に従って、通過する光の位相を空間的に変調する。

【0188】半導体レーザ 342 の出射光の出力は、再生用の低出力にされる。なお、コントローラ 90 による制御の下で、対物レンズ 321、331 の出射光がアドレシ・サーボ領域 306 以外の領域を通過する期間は、フォーカスサーボおよびトラッキングサーボは行われない。

【0189】半導体レーザ 342 から出射された光は、コリメータレンズ 343 によって平行光束とされ、ミラー 344、旋光用光学素子 345 を通過して、偏光ビームスプリッタ 346 に入射する。偏光ビームスプリッタ 346 に入射した光のうちの S 偏光成分は、偏光ビームスプリッタ面 346a で反射され、空間光変調器 327 によって遮断される。

【0190】偏光ビームスプリッタ 346 に入射した光のうちの P 偏光成分は、偏光ビームスプリッタ面 346a を透過し、ミラー 340、339 を通過し、偏光ビームスプリッタ 335 の偏光ビームスプリッタ面 335a を透過し、凸レンズ 336、凹レンズ 337 を通過して、位相空間光変調器 338 に入射して、光の位相が空間的に変調されて、再生用参照光となる。位相空間光変調器 338 より出射された再生用参照光は、S 偏光となっているので、凹レンズ 337、凸レンズ 336 を通過した後、偏光ビームスプリッタ 335 の偏光ビームスプリッタ面 335a で反射され、更に、偏光ビームスプリ

ッタ 333 の偏光ビームスプリッタ面 333a で反射されて、4 分の 1 波長板 332 に入射する。4 分の 1 波長板 332 を通過した再生用参照光は、円偏光の光となり、対物レンズ 331 によって集光されて、透明基板 302 と保護層 305 との境界面上で最も小径となるように収束しながら記録媒体 301 に照射される。図 27 に示したように、再生用参照光は、記録媒体 301 において、発散しながら情報記録層 303 を通過する。

【0191】情報記録層 303 では、再生用参照光が照射されることにより、記録時における情報光に対応した再生光が発生する。この再生光は、収束しながら透明基板 302 側に進行し、透明基板 302 と保護層 305 との境界面上で最も小径となった後、発散しながら、記録媒体 301 より出射され、対物レンズ 331 を通過して平行光束となり、4 分の 1 波長板 332 を通過して P 偏光の光となり、偏光ビームスプリッタ 333 の偏光ビームスプリッタ面 333a を通過して光検出器 334 に入射する。

【0192】光検出器 334 上には、記録時における空間光変調器 327 によるオン、オフのパターンが結像され、このパターンを検出することで、情報が再生される。なお、記録用参照光の変調パターンを変えて、情報記録層 303 に複数の情報が多重記録されている場合には、複数の情報のうち、再生用参照光の変調パターンに対応する情報のみが再生される。

【0193】このように、再生時には、記録媒体 301 に対して、透明基板 302 と保護層 305 との境界面上で最も小径となるように収束する再生用参照光が照射される。そして、再生用参照光の照射と再生光の収集とが、記録媒体 301 における記録用参照光の入射側より行われ、且つ再生用参照光および再生光が同軸的に配置される。

【0194】本実施の形態では、情報の記録時において、光ヘッド上部 40B および光ヘッド下部 40A は、所定の期間、移動する 1 つの情報記録領域 307 に情報光および記録用参照光の照射位置が追従するように、情報光および記録用参照光の照射位置を移動させる。これにより、所定の期間、1 つの情報記録領域 307 に情報光および記録用参照光が照射され続ける。

【0195】本実施の形態によれば、情報光、記録用参照光および再生用参照光の全てが、同軸的に配置され、且つ同じ位置で最も小径となるように収束するようにしたので、記録および再生のための光学系の構成を簡単にすることができる。

【0196】また、本実施の形態では、情報光は光束の断面の全体を用いて情報を担持することができ、同様に、再生光も光束の断面の全体を用いて情報を担持することができる。

【0197】これらのことから、本実施の形態によれば、ホログラフィを利用して情報の記録および再生を行

うことができると共に、情報量を減少させることなく記録および再生のための光学系の構成を簡単にすることが可能になる。

【0198】また、本実施の形態では、記録媒体301に、情報光、記録用参照光および再生用参照光の位置を合わせるための情報が記録される位置決め領域（アドレス・サーボ領域306）を設け、記録再生光学系が、情報光、記録用参照光および再生用参照光を、記録媒体301に対して、位置決め領域が設けられた位置で最も小径となるように収束させながら照射するようにしている。これにより、記録用参照光および再生用参照光と同様に、位置決め領域が設けられた位置で最も小径となるように収束する光を位置決め領域に照射し、位置決め領域からの戻り光を検出することにより、位置決め領域に記録された情報を用いて情報光、記録用参照光および再生用参照光の位置決めが可能になる。従って、本実施の形態によれば、記録再生光学系の構成を複雑にすることなく、記録媒体301に対する情報光、記録用参照光および再生用参照光の位置決めを精度よく行うことが可能になる。

【0199】また、本実施の形態によれば、位置決め領域を情報記録層303に対して記録用参照光の入射側に配置したので、位置決め領域からの戻り光は情報記録層303を通過することがない。従って、位置決めのために用いられる光が情報記録層303によって乱されて位置決めのための情報の再生精度が低下するということを防止できる。

【0200】本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第1の実施の形態または第2の実施の形態と同様である。

【0201】〔第4の実施の形態〕次に、本発明の第4の実施の形態に係る光情報記録再生装置について説明する。図28は本実施の形態に係る光情報記録再生装置における記録再生光学系の全体の構成を示す説明図である。

【0202】本実施の形態は、記録する情報に基づいて光の位相を空間的に変調して情報光を生成するようにしたものである。本実施の形態における記録再生光学系では、図23における空間光変調器327の代りに位相空間光変調器347が設けられ、更に、この位相空間光変調器347と偏光ビームスプリッタ346との間に、光の透過状態と遮断状態とを選択するシャッタ348が設けられている。位相空間光変調器347は、格子状に配列された多数の画素を有し、各画素毎に出射光の位相を2値または3つ以上の値の中から選択することによって、光の位相を空間的に変調することができるようにしている。この位相空間光変調器347としては、例えば液晶素子を用いることができる。また、シャッタ348にも、液晶素子を用いることができる。

【0203】次に、本実施の形態に係る光情報記録再生

装置の作用について、サーボ時、情報の記録時、情報の再生時に分けて、順に説明する。

【0204】まず、サーボ時の作用について説明する。サーボ時には、シャッタ348が遮断状態とされる。サーボ時におけるその他の作用は第3の実施の形態と同様である。

【0205】次に、図29を参照して、位相が空間的に変調された情報光と位相が空間的に変調されない記録用参照光とを用いて情報を記録する場合における記録時の作用について説明する。図29は記録時における記録再生光学系の要部の状態を示す説明図である。記録時には、シャッタ348は透過状態とされ、位相空間光変調器347は、記録する情報に応じて、各画素毎に出射光の位相を2値または3つ以上の値の中から選択することによって、光の位相を空間的に変調する。ここでは、説明を簡単にするために、位相空間光変調器347は、各画素毎に出射光の位相を、所定の基準位相に対する位相差が $+\pi/2$ (rad)となる第1の位相と基準位相に対する位相差が $-\pi/2$ (rad)となる第2の位相のいずれかに設定することによって、光の位相を空間的に変調するものとする。第1の位相と第2の位相との位相差は π (rad)である。このようにして、位相が空間的に変調された情報光が生成される。なお、情報光において、第1の位相の画素と第2の位相の画素との境界部分では局所的に強度が低下する。

【0206】情報光は、第3の実施の形態と同様に、対物レンズ321によって集光されて、透明基板302と保護層305との境界面上で最も小径となるように収束しながら記録媒体301に照射される。そして、情報光は、記録媒体301内において、収束しながら情報記録層303を通過する。

【0207】ここでは、位相空間光変調器338は、光の位相を空間的に変調せず、全ての画素の出射光の位相を、所定の基準位相に対する位相差が $+\pi/2$ (rad)となる第1の位相として、記録用参照光を生成するものとする。なお、位相空間光変調器338は、全ての画素の出射光の位相を第2の位相としてもよいし、第1の位相および第2の位相のいずれとも異なる一定の位相としてもよい。

【0208】図29では、第1の位相を記号“+”で表し、第2の位相を記号“-”で表している。また、図29では、強度の最大値を“1”で表し、強度の最小値“0”で表している。

【0209】記録用参照光は、第3の実施の形態と同様に、対物レンズ331によって集光されて、透明基板302と保護層305との境界面上で最も小径となるように収束しながら記録媒体301に照射される。そして、記録用参照光は、記録媒体301内において、発散しながら情報記録層303を通過する。

【0210】第3の実施の形態と同様に、情報記録層3

03内には、情報光と記録用参照光とが干渉して干渉パターンが形成され、半導体レーザー342の出射光の出力が記録用の高出力になったときに、この干渉パターンが情報記録層303内に体積的に記録され、反射型(リップマン型)のホログラムが形成される。

【0211】次に、図30を参照して、位相が空間的に変調された情報光と位相が空間的に変調されない記録用参照光とを用いて記録された情報の再生時の作用について説明する。図30は再生時における記録再生光学系の要部の状態を示す説明図である。再生時には、シャッタ348は遮断状態とされる。また、位相空間光変調器338は、光の位相を空間的に変調せず、全ての画素の出射光の位相を、所定の基準位相に対する位相差が $+\pi/2$ (rad)となる第1の位相として、再生用参照光を生成する。なお、図30における位相および強度の表し方は、図29と同様である。

【0212】再生用参照光は、第3の実施の形態と同様に、対物レンズ331によって集光されて、透明基板302と保護層305との境界面上で最も小径となるように収束しながら記録媒体301に照射される。そして、再生用参照光は、記録媒体301内において、発散しながら情報記録層303を通過する。

【0213】情報記録層303では、再生用参照光が照射されることにより、記録時における情報光に対応した再生光が発生する。この再生光は、記録時における情報光と同様に、光の位相が空間的に変調されたものである。再生光は、収束しながら透明基板302側に進行し、透明基板302と保護層305との境界面上で最も小径となった後、発散しながら、記録媒体301より出射され、対物レンズ331を通過して平行光束となり、4分の1波長板332および偏光ビームスプリッタ333の偏光ビームスプリッタ面333aを通過して光検出器334に入射する。

【0214】また、記録媒体301に照射された再生用参照光の一部は、透明基板302と保護層305との境界面上で反射され、発散しながら、記録媒体301より出射され、対物レンズ331を通過して平行光束となり、4分の1波長板332および偏光ビームスプリッタ333の偏光ビームスプリッタ面333aを通過して光検出器334に入射する。

【0215】実際には、再生光と、透明基板302と保護層305との境界面上で反射された再生用参照光とが重ね合わせられて合成光が生成され、この合成光が光検出器334によって受光される。合成光は、記録された情報に対応して、強度が空間的に変調された光となる。従って、光検出器334によって合成光の強度の2次元パターンが検出され、これにより情報が再生される。

【0216】ここで、図31を参照して、上述の再生時における再生光、再生用参照光および合成光について詳しく説明する。図31において、(a)は再生光の強

度、(b)は再生光の位相、(c)は再生用参照光の強度、(d)は再生用参照光の位相、(e)は合成光の強度を表している。図31は、情報光の各画素毎の位相を、基準位相に対する位相差が $+\pi/2$ (rad)となる第1の位相と基準位相に対する位相差が $-\pi/2$ (rad)となる第2の位相のいずれかに設定した場合についての例を示している。従って、図31に示した例では、再生光の各画素毎の位相は、情報光と同様に、第1の位相と第2の位相のいずれかになる。また、再生用参照光の各画素毎の位相は全て第1の位相となっている。ここで、再生光の強度と再生用参照光の強度が等しいとすれば、図31(e)に示したように、再生光の位相が第1の位相となる画素では、合成光の強度は再生光の強度および再生用参照光の強度よりも大きくなり、再生光の位相が第2の位相となる画素では、原理的には合成光の強度はゼロとなる。

【0217】次に、図32を参照して、位相が空間的に変調された情報光と位相が空間的に変調された記録用参照光とを用いて情報を記録する場合における記録時の作用について説明する。図32は記録時における記録再生光学系の要部の状態を示す説明図である。記録時には、シャッタ348は透過状態とされ、位相空間光変調器347は、記録する情報に応じて、各画素毎に出射光の位相を2値または3つ以上の値の中から選択することによって、光の位相を空間的に変調する。ここでは、説明を簡単にするために、位相空間光変調器347は、各画素毎に出射光の位相を、第1の位相と第2の位相のいずれかに設定することによって、光の位相を空間的に変調するものとする。このようにして、位相が空間的に変調された情報光が生成される。

【0218】情報光は、第3の実施の形態と同様に、対物レンズ321によって集光されて、透明基板302と保護層305との境界面上で最も小径となるように収束しながら記録媒体301に照射される。そして、情報光は、記録媒体301内において、収束しながら情報記録層303を通過する。

【0219】位相空間光変調器338は、各画素毎に出射光の位相を2値または3つ以上の値の中から選択することによって、光の位相を空間的に変調する。ここでは、位相空間光変調器338は、各画素毎に出射光の位相を、所定の基準位相と、基準位相に対する位相差が $+\pi/2$ (rad)となる第1の位相と、基準位相に対する位相差が $-\pi/2$ (rad)となる第2の位相のいずれかに設定することによって、光の位相を空間的に変調するものとする。図32では、基準位相を記号“0”で表している。図32におけるその他の位相および強度の表し方は、図29と同様である。なお、記録用参照光において、位相が変化する部分では局所的に強度が低下する。

【0220】記録用参照光は、第3の実施の形態と同様

に、対物レンズ 331 によって集光されて、透明基板 302 と保護層 305 との境界面上で最も小径となるように収束しながら記録媒体 301 に照射される。そして、記録用参照光は、記録媒体 301 内において、発散しながら情報記録層 303 を通過する。

【0221】第 3 の実施の形態と同様に、情報記録層 303 内には、情報光と記録用参照光とが干渉して干渉パターンが形成され、半導体レーザー 342 の出射光の出力が記録用の高出力になったときに、この干渉パターンが情報記録層 303 内に体積的に記録され、反射型（リップマン型）のホログラムが形成される。

【0222】次に、図 33 を参照して、位相が空間的に変調された情報光と位相が空間的に変調された記録用参照光とを用いて記録された情報の再生時の作用について説明する。図 33 は再生時における記録再生光学系の要部の状態を示す説明図である。再生時には、シャッタ 348 は遮断状態とされる。また、位相空間光変調器 338 は、記録時と同様に、出射光の位相を空間的に変調して、位相が空間的に変調された再生用参照光を生成する。なお、図 33 における位相および強度の表し方は、図 32 と同様である。

【0223】再生用参照光は、第 3 の実施の形態と同様に、対物レンズ 331 によって集光されて、透明基板 302 と保護層 305 との境界面上で最も小径となるように収束しながら記録媒体 301 に照射される。そして、再生用参照光は、記録媒体 301 内において、発散しながら情報記録層 303 を通過する。

【0224】情報記録層 303 では、再生用参照光が照射されることにより、記録時における情報光に対応した再生光が発生する。この再生光は、記録時における情報光と同様に、光の位相が空間的に変調されたものである。再生光は、収束しながら透明基板 302 側に進行し、透明基板 302 と保護層 305 との境界面上で最も小径となった後、発散しながら、記録媒体 301 より出射され、対物レンズ 331 を通過して平行光束となり、4 分の 1 波長板 332 および偏光ビームスプリッタ 333 の偏光ビームスプリッタ面 333a を通過して光検出器 334 に入射する。

【0225】また、記録媒体 301 に照射された再生用参照光の一部は、透明基板 302 と保護層 305 との境界面上で反射され、発散しながら、記録媒体 301 より出射され、対物レンズ 331 を通過して平行光束となり、4 分の 1 波長板 332 および偏光ビームスプリッタ 333 の偏光ビームスプリッタ面 333a を通過して光検出器 334 に入射する。

【0226】実際には、再生光と、透明基板 302 と保護層 305 との境界面上で反射された再生用参照光とが重ね合わせられて合成光が生成され、この合成光が光検出器 334 によって受光される。合成光は、記録された情報に対応して、強度が空間的に変調された光となる。

従って、光検出器 334 によって合成光の強度の 2 次元パターンが検出され、これにより情報が再生される。

【0227】ここで、図 34 を参照して、上述の再生時における再生光、再生用参照光および合成光について詳しく説明する。図 34 において、(a) は再生光の強度、(b) は再生光の位相、(c) は再生用参照光の強度、(d) は再生用参照光の位相、(e) は合成光の強度を表している。図 34 は、情報光の各画素毎の位相を、第 1 の位相と第 2 の位相のいずれかに設定し、記録用参照光および再生用参照光の各画素毎の位相を、基準位相、第 1 の位相および第 2 の位相のいずれかに設定した場合についての例を示している。この場合、再生光の各画素毎の位相は、情報光と同様に、第 1 の位相と第 2 の位相のいずれかになる。従って、再生光と再生用参照光との位相差は、ゼロ、 $\pm \pi / 2$ (rad)、 $\pm \pi$ (rad) のいずれかになる。ここで、再生光の強度と再生用参照光の強度が等しいとすれば、図 34 (e) に示したように、合成光の強度は、再生光と再生用参照光との位相差がゼロとなる画素では最も大きくなり、再生光と再生用参照光との位相差が $\pm \pi$ (rad) なる画素では原理的にはゼロとなり、再生光と再生用参照光との位相差が $\pm \pi / 2$ (rad) となる画素では、位相差がゼロとなる画素における強度の $1/2$ となる。図 34 (e) では、位相差が $\pm \pi$ (rad) となる画素における強度を“0”で表し、位相差が $\pm \pi / 2$ (rad) となる画素における強度を“1”で表し、位相差がゼロとなる画素における強度を“2”で表している。

【0228】図 32 ないし図 34 に示した例では、合成光の画素毎の強度が 3 値になる。そして、例えば、図 34 (e) に示したように、強度“0”は 2 ビットのデータ“00”に対応させ、強度“1”は 2 ビットのデータ“01”に対応させ、強度“2”は 2 ビットのデータ“10”に対応させることができる。このように、図 32 ないし図 34 に示した例では、図 29 ないし図 31 に示した例のように合成光の画素毎の強度が 2 値になる場合に比べて、再生光の強度や位相を同様にしながら、合成光が担持する情報量を増加させることができ、その結果、記録媒体 301 の記録密度を向上させることができる。

【0229】以上説明したように、本実施の形態では、情報の記録時には、記録する情報に基づいて位相が空間的に変調された情報光と記録用参照光とを、記録媒体 301 の情報記録層 303 に照射して、情報光と記録用参照光との干渉による干渉パターンによって情報記録層 303 に情報を記録する。また、情報の再生時には、再生用参照光を情報記録層 303 に照射し、これによって情報記録層 303 より発生される再生光と再生用参照光とを重ね合わせて合成光を生成し、この合成光を検出して情報を再生する。

【0230】従って、本実施の形態によれば、情報の再

生時に再生光と再生用参照光とを分離する必要がない。そのため、情報の記録時に、情報光と記録用参照光とを互いに所定の角度をなすように記録媒体に入射させる必要もない。従って、本実施の形態によれば、記録および再生のための光学系を小さく構成することができる。

【0231】また、従来の再生方法では、再生光と再生用参照光とを分離して、再生光のみを検出するため、再生光を検出する光検出器に再生用参照光も入射してしまうと、再生情報の S/N 比が劣化するという問題点があった。これに対し、本実施の形態では、再生光と再生用参照光とを用いて情報を再生するので、再生用参照光によって再生情報の S/N 比が劣化することがない。従って、本実施の形態によれば、再生情報の S/N 比を向上させることができる。

【0232】本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第3の実施の形態と同様である。

【0233】〔第5の実施の形態〕次に、本発明の第5の実施の形態に係る光情報記録再生装置について説明する。本実施の形態は、第4の実施の形態と同様に、記録する情報に基づいて光の位相を空間的に変調して情報光を生成するようにしたものであるが、光ヘッドの駆動機構と、記録再生光学系の構成とが第4の実施の形態とは異なるものである。

【0234】図35は本実施の形態における光ヘッドおよび記録媒体を示す平面図、図36は本実施の形態における光ヘッドの構成を示す断面図、図37は本実施の形態における記録媒体の構成を示す断面図である。

【0235】図35および図36に示したように、本実施の形態に係る光情報記録再生装置は、図2に示した第1の実施の形態に係る光情報記録再生装置10における光ヘッド40および駆動装置84の代わりに、光ヘッド440および駆動装置484を備えている。また、本実施の形態では、記録媒体401と光ヘッド440との相対的な傾きを補正する機能は備えておらず、図2における傾き補正回路93は設けられていない。本実施の形態に係る光情報記録再生装置におけるその他の回路構成は、図2に示した光情報記録再生装置10と同様である。

【0236】光ヘッド440は、第1の可動部441と第2の可動部442とを有している。第1の可動部441は、駆動装置484によって、本実施の形態における記録媒体401の半径方向に移動されるようになっている。第2の可動部442は、記録媒体401の下側に配置される下アーム部442Aと、記録媒体401の上側に配置される上アーム部442Bと、記録媒体401の外周部よりも外側の位置で下アーム部442Aと上アーム部442Bとを連結する連結部442Cとを有している。下アーム部442Aと上アーム部442Bの各先端部は、記録媒体401を挟んで対向する位置に配置されている。

【0237】連結部442Cは、ボールベアリング443を介して、第1の可動部441に対して回動可能に連結されている。連結部442Cにおける下アーム部442Aおよび上アーム部442Bとは反対側の端部には、照射位置追従用の2つのコイル444が取り付けられている。第1の可動部441には、各コイル444を挟んで対向する位置にそれぞれ2つの磁石445が取り付けられている。光ヘッド440では、コイル444および磁石445によって、第1の可動部441に対して第2の可動部442を回動させることによって、下アーム部442Aおよび上アーム部442Bの各先端部の位置を、記録媒体401のほぼトラックに沿う方向に変化させることができるようになっている。

【0238】次に、図36を参照して、第2の可動部442の内部に設けられた記録再生光学系の構成について説明する。記録再生光学系は、連結部442Cの内部における下アーム部442Aおよび上アーム部442Bとは反対側の端部に固定された記録再生用半導体レーザ411およびサーボ用半導体レーザ412を有している。

記録再生光学系は、更に、サーボ用半導体レーザ412より出射される光の光路上に半導体レーザ412側から順に配置されたコリメータレンズ413、ダイクロイックミラー414、透過型の位相空間光変調器415、偏光ビームスプリッタ416、リレーレンズ系417、4分の1波長板418およびミラー419を有している。ダイクロイックミラー414は、所定の波長の光を反射し、他の波長の光を透過させる反射面を有している。この反射面は、記録再生用半導体レーザ411の出射光を反射し、サーボ用半導体レーザ412の出射光を透過させる。偏光ビームスプリッタ416は、光の偏光方向に応じて、光を反射し、または透過させる偏光ビームスプリッタ面を有している。

【0239】記録再生光学系は、更に、下アーム部442Aの先端部に配置され、記録媒体401の下側の面に対向する対物レンズ420と、この対物レンズ420を記録媒体401の面に垂直な方向に移動するアクチュエータ421とを有している。ミラー419は、4分の1波長板418側から入射した光を反射して対物レンズ420に導くようになっている。記録再生光学系は、更に、リレーレンズ系417側から偏光ビームスプリッタ416に入射して、その偏光ビームスプリッタ面で反射された光を受光する光検出器422を有している。

【0240】記録再生光学系は、更に、記録再生用半導体レーザ411より出射される光の光路上に半導体レーザ411側から順に配置されたコリメータレンズ423、2分の1波長板424、偏光ビームスプリッタ425およびミラー426を有している。偏光ビームスプリッタ425は偏光ビームスプリッタ面を有している。ミラー426は、偏光ビームスプリッタ425側から入射した光を反射してダイクロイックミラー414の反射面

に導くようになっている。

【0241】記録再生光学系は、更に、2分の1波長板424側から偏光ビームスプリッタ425に入射して、その偏光ビームスプリッタ面で反射された光の光路上に配置された偏光ビームスプリッタ427を有している。記録再生光学系は、更に、偏光ビームスプリッタ425側から偏光ビームスプリッタ427に入射して、その偏光ビームスプリッタ面で反射された光の光路上に、偏光ビームスプリッタ427側から順に配置されたシャッタ428、2分の1波長板429、透過型の位相空間光変調器430、偏光ビームスプリッタ431、リレーレンズ系432、4分の1波長板433およびミラー434を有している。偏光ビームスプリッタ431は偏光ビームスプリッタ面を有している。

【0242】記録再生光学系は、更に、上アーム部442Bの先端部に配置され、記録媒体401の上側の面に対向する対物レンズ435と、この対物レンズ435を記録媒体401の面に垂直な方向に移動するアクチュエータ436とを有している。ミラー434は、4分の1波長板433側から入射した光を反射して対物レンズ436に導くようになっている。記録再生光学系は、更に、リレーレンズ系432側から偏光ビームスプリッタ431に入射して、その偏光ビームスプリッタ面で反射された光を受光する光検出器437を有している。

【0243】次に、図37を参照して、本実施の形態における記録媒体401の構成について説明する。記録媒体401は、第1の実施の形態における記録媒体1と同様に、円板状をなし、複数のトラックを有している。各トラックには、複数のアドレス・サーボ領域が等間隔に設けられている。隣り合うアドレス・サーボ領域間には、1つまたは複数の情報記録領域が設けられている。

【0244】記録媒体401は、ポリカーボネート等によって形成された円板状の2枚の透明基板402、404と、これらの透明基板402、404を所定の間隔に隔てるスペーサ406と、透明基板402、404の間に設けられた情報記録層403と、透明基板404における情報記録層403とは反対側の面に、接着層407を介して接着された透明基板405とを備えている。

【0245】情報記録層403は、ホログラフィを利用して情報が記録される層であり、所定の波長領域の光に感度を有するホログラム材料によって形成される。記録再生用半導体レーザ411は、情報記録層403を構成するホログラム材料が感度を有する波長の光を出射し、サーボ用半導体レーザ412は、情報記録層403を構成するホログラム材料が感度を有する波長領域外の波長の光を出射するようになっている。記録再生用半導体レーザ411の出射光の波長とサーボ用半導体レーザ412の出射光の波長の組み合わせとしては、650nmと780nmの組み合わせ、523nmと650nmの組み合わせ、405nmと650nmの組み合わせ等がある。

る。

【0246】アドレス・サーボ領域において、アドレス情報等を表すエンボスピットは、透明基板405における透明基板404側の面に形成されている。なお、フォーカスサーボは、透明基板405における透明基板404側の面を用いて行うこともできる。

【0247】記録媒体401において、透明基板402、情報記録層403、透明基板404および接着層407の合計の光学的な厚みと、透明基板405の光学的な厚みは等しくなっている。

【0248】記録媒体401では、透明基板405における透明基板404とは反対側の面（図37における下側の面）が、記録用参照光および再生用参照光が入射され、再生光が射出される面となり、透明基板402における情報記録層403とは反対側の面（図37における上側の面）が、記録する情報を担持した情報光が入射される面となっている。

【0249】次に、本実施の形態における光ヘッド440の作用について、サーボ時、情報の記録時、情報の再生時に分けて、順番に説明する。まず、サーボ時の作用について説明する。サーボ時には、サーボ用半導体レーザ412は光を出射し、記録再生用半導体レーザ411は光を出射しない。サーボ用半導体レーザ412はP偏光の光を出射する。この半導体レーザ412の出射光は、コリメータレンズ413によって平行光束にされ、ダイクロイックミラー414の反射面を透過し、位相空間光変調器415を通過し、偏光ビームスプリッタ416の偏光ビームスプリッタ面を透過し、リレーレンズ系417を通過し、4分の1波長板418を通過して円偏光の光となる。この光は、ミラー419によって反射されて対物レンズ420に入射し、この対物レンズ420によって集光されて、透明基板405における透明基板404側の面上で最も小径となるように収束しながら記録媒体401に照射される。

【0250】対物レンズ420より記録媒体401に照射された光が透明基板405における透明基板404側の面で反射して生じる戻り光は、対物レンズ420を通過して平行光束となり、ミラー419で反射され、4分の1波長板418を通過してS偏光の光となる。この光は、リレーレンズ系417を通過し、偏光ビームスプリッタ416の偏光ビームスプリッタ面で反射されて、光検出器422に入射する。この光検出器422の出力に基づいて、例えば図11を用いて説明した方法と同様の方法によって、対物レンズ420についてのフォーカスエラー信号が得られる。そして、このフォーカスエラー信号に基づいてアクチュエータ421によって対物レンズ420の位置が調整されて、対物レンズ420についてのフォーカスサーボが行われる。

【0251】また、対物レンズ420より記録媒体401に照射され、記録媒体401を通過した光は、対物レ

ンズ435を通過して平行光束となり、ミラー434で反射され、4分の1波長板433を通過してS偏光の光となる。この光は、リレーレンズ系432を通過し、偏光ビームスプリッタ431の偏光ビームスプリッタ面で反射されて、光検出器437に入射する。この光検出器437の出力に基づいて、例えば図11を用いて説明した方法と同様の方法によって、対物レンズ435についてのフォーカスエラー信号が得られる。そして、このフォーカスエラー信号に基づいてアクチュエータ436によって対物レンズ435の位置が調整されて、対物レン

ズ435についてのフォーカスサーボが行われる。
【0252】また、光検出器422、437の少なくとも一方の出力に基づいて、例えば図12および図13を用いて説明した方法と同様の方法によって、トラッキングエラー信号が得られる。更に、光検出器422、437の少なくとも一方の出力に基づいて、基本クロックが生成されると共にアドレスが認識される。

【0253】次に、情報の記録時の作用について説明する。記録時には、記録再生用半導体レーザ411は光を出射し、サーボ用半導体レーザ412は光を出射しない。記録時には、シャッタ428は透過状態とされ、位相空間光変調器430は、記録する情報に応じて、各画素毎に出射光の位相を2値または3つ以上の値の中から選択することによって、光の位相を空間的に変調して情報光を生成する。また、位相空間光変調器415は、所定の変調パターンに従って、各画素毎に出射光の位相を2値または3つ以上の値の中から選択することによって、光の位相を空間的に変調して記録用参照光を生成する。

【0254】コントローラ90は、所定の条件に従って自らが選択した変調パターンまたは操作部91によって選択された変調パターンの情報を位相空間光変調器415に与え、位相空間光変調器415は、コントローラ90より与えられる変調パターンの情報に従って、通過する光の位相を空間的に変調する。記録再生用半導体レーザ411の出射光の出力は、パルス的に記録用の高出力にされる。なお、コントローラ90による制御の下で、対物レンズ420、435の出射光がアドレス・サーボ領域以外の領域を通過する期間は、フォーカスサーボおよびトラッキングサーボは行われない。

【0255】記録再生用半導体レーザ411はP偏光またはS偏光の光を出射する。この半導体レーザ411の出射光は、2分の1波長板424を通過して、P偏光成分とS偏光成分とを含む光となる。2分の1波長板424からのP偏光成分の光は、偏光ビームスプリッタ425の偏光ビームスプリッタ面を透過し、ミラー426で反射され、ダイクロイックミラー414の反射面で反射される。この光は、位相空間光変調器415を通過して記録用参照光となる。この記録用参照光は、偏光ビームスプリッタ416の偏光ビームスプリッタ面を透過し、リ

レーンズ系417を通過し、4分の1波長板418を通過して円偏光の光となる。この記録用参照光は、ミラー419によって反射されて対物レンズ420に入射し、この対物レンズ420によって集光されて、透明基板405における透明基板404側の面上で最も小径となるように収束しながら記録媒体401に照射される。そして、記録用参照光は、記録媒体401内において、発散しながら情報記録層403を通過する。

【0256】一方、2分の1波長板424からのS偏光成分の光は、偏光ビームスプリッタ425の偏光ビームスプリッタ面で反射され、更に偏光ビームスプリッタ427の偏光ビームスプリッタ面で反射され、シャッタ428を通過し、2分の1波長板429を通過して、P偏光の光となる。この光は、位相空間光変調器430を通過して、情報光となる。この情報光は、偏光ビームスプリッタ431の偏光ビームスプリッタ面を透過し、リレーレンズ系432を通過し、4分の1波長板433を通過して円偏光の光となる。この情報光は、ミラー434によって反射されて対物レンズ435に入射し、この対物レンズ435によって集光されて、透明基板405における透明基板404側の面上で最も小径となるように収束しながら記録媒体401に照射される。そして、情報光は、記録媒体401内において、収束しながら情報記録層403を通過する。

【0257】なお、本実施の形態では、記録再生用半導体レーザ411から対物レンズ420に至る光路の光路長と、記録再生用半導体レーザ411から対物レンズ435に至る光路の光路長は等しくなっている。

【0258】情報記録層403内には、情報光と記録用参照光とが干渉して干渉パターンが形成され、半導体レーザ411の出射光の出力が記録用の高出力になったときに、この干渉パターンが情報記録層403内に体積的に記録され、反射型（リップマン型）のホログラムが形成される。

【0259】次に、情報の再生時の作用について説明する。再生時には、記録再生用半導体レーザ411は光を出射し、サーボ用半導体レーザ412は光を出射しない。再生時には、シャッタ428は遮断状態とされ、位相空間光変調器415は、所定の変調パターンに従って、各画素毎に出射光の位相を2値または3つ以上の値の中から選択することによって、光の位相を空間的に変調して再生用参照光を生成する。再生用参照光は、記録用参照光と同様の経路をたどり、透明基板405における透明基板404側の面上で最も小径となるように収束しながら記録媒体401に照射される。そして、再生用参照光は、記録媒体401内において、発散しながら情報記録層403を通過する。

【0260】情報記録層403では、再生用参照光が照射されることにより、記録時における情報光に対応した再生光が発生する。この再生光は、記録時における情報

光と同様に、光の位相が空間的に変調されたものである。再生光は、収束しながら透明基板405側に進行し、透明基板405における透明基板404側の面上で最も小径となった後、発散しながら、記録媒体401より出射され、対物レンズ420を通過して平行光束となり、ミラー419で反射され、4分の1波長板418を通過してS偏光の光となる。この再生光は、リレーレンズ系417を通過し、偏光ビームスプリッタ416の偏光ビームスプリッタ面で反射されて、光検出器422に入射する。

【0261】また、記録媒体401に照射された再生用参照光の一部は、透明基板405における透明基板404側の面上で反射され、発散しながら、記録媒体401より出射され、対物レンズ420を通過して平行光束となり、ミラー419で反射され、4分の1波長板418を通過してS偏光の光となる。この再生光は、リレーレンズ系417を通過し、偏光ビームスプリッタ416の偏光ビームスプリッタ面で反射されて、光検出器422に入射する。

【0262】実際には、再生光と、透明基板405における透明基板404側の面上で反射された再生用参照光とが重ね合わせられて合成光が生成され、この合成光が光検出器422によって受光される。合成光は、記録された情報に対応して、強度が空間的に変調された光となる。従って、光検出器422によって合成光の強度の2次元パターンが検出され、これにより情報が再生される。

【0263】なお、本実施の形態における情報の記録と再生の原理は、第4の実施の形態と同様である。

【0264】本実施の形態では、アクチュエータ421、436によって、記録媒体401の面に垂直な方向に、対物レンズ420、435の位置を変化させることができ、これにより、フォーカスサーボを行うことができる。また、本実施の形態では、図35に示した駆動装置484によって、光ヘッド440全体を記録媒体401の半径方向に移動させることにより、記録媒体401の半径方向に、対物レンズ420、435の位置を変化させることができ、これにより、所望のトラックへのアクセスとトラックサーボとを行うことができる。また、本実施の形態では、コイル444および磁石445によって、第1の可動部441に対して第2の可動部442を回転させることによって、ほぼトラックに沿う方向に、対物レンズ420、435の位置を変化させることができる。これにより、情報記録領域に対して情報光および記録用参照光の照射位置を追従させる制御を行うことができる。この制御では、第1の実施の形態と同様に、図16(b)に示したような駆動電圧をコイル444に供給して、図16(a)に示したように対物レンズ420、435の位置を変化させてもよいし、以下に示すように、より簡便な方法で対物レンズ420、435

の位置を変化させてもよい。

【0265】ここで、図38を参照して、より簡便な方法で対物レンズ420、435の位置を変化させる方法について説明する。図38は、対物レンズ420、435の位置の変化と、コイル444に対する駆動電圧の変化の一例を示す。図38において、(a)は対物レンズ420、435の位置の変化を示し、(b)は駆動電圧の変化を示している。この方法では、図38(a)に示したように、対物レンズ420、435の位置を、中立の位置を中心として単振動させる。そして、この方法では、対物レンズ420、435の位置の移動速度が、記録媒体401における情報記録領域の移動速度とほぼ等しくなる期間を追従期間T1とし、他の期間をキャッチアップ期間T2とする。

【0266】図38(a)に示したように対物レンズ420、435の位置を変化させる場合には、図38

(b)に示したように、正弦波状に変化する駆動電圧を用いることができる。このような駆動電圧は、発振回路および共振回路を構成することによって容易に発生させることができる。なお、隣り合う2つのアドレス・サーボ領域の間には、複数の情報記録領域を設ける場合には、駆動電圧の位相を制御することによって、対物レンズ420、435の位置を追従させる情報記録領域を選択することが可能である。

【0267】なお、図38に示したような簡便な制御方法は、第1ないし第4の実施の形態においても使用することができる。

【0268】本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第4の実施の形態と同様である。

【0269】なお、本発明は、上記各実施の形態に限定されず、種々の変更が可能である。例えば、本発明は、回転する円板状の記録媒体に情報を記録するものに限らず、直線的に移動するカード状等の記録媒体に情報を記録するものにも適用することができる。

【0270】また、上記各実施の形態では、記録媒体におけるアドレス・サーボ領域に、アドレス情報等を予めエンボスピットによって記録しておくようにしたが、予めエンボスピットを設けずに、以下のようにしてアドレス情報等を記録するようにしてもよい。この場合には、情報記録層において、その一方の面に近い部分に選択的に高出力のレーザ光を照射して、その部分の屈折率を選択的に変化させることによってアドレス情報等を記録してフォーマットを行う。

【0271】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1ないし7のいずれかに記載の光情報記録装置または請求項8記載の光情報記録方法では、所定の期間、移動する1つの情報記録領域に情報光および参照光の照射位置を追従するように、情報光および参照光の照射位置を移動させる。これにより、所定の期間、1つの情報記録領域に情報光

および参照光が照射され続ける。従って、本発明によれば、情報記録領域と情報光および参照光の照射位置とのずれを生じることなく、情報記録領域に情報を記録するのに十分な時間だけ、情報記録領域に情報光および参照光を照射することが可能となる。その結果、本発明によれば、実用的な光源を用いて、複数の情報記録領域を有する記録媒体を移動させながら、各情報記録領域にホログラフィを利用して情報を記録することができるという効果を奏する。

【0272】また、請求項4記載の光情報記録装置によれば、各情報記録領域を識別するための識別情報を検出する手段を備えたので、各情報記録領域を容易に識別することが可能になるという効果を奏する。

【0273】また、請求項5記載の光情報記録装置によれば、各情報記録領域に対する情報光および参照光の照射位置を合わせるための位置決め情報を検出する手段を備えたので、各情報記録領域に対して情報光および参照光の照射位置を容易に合わせることが可能になるという効果を奏する。

【0274】また、請求項6記載の光情報記録装置によれば、情報光および参照光を、情報記録層に対して同一面側より同軸的に且つ同じ位置で最も小径となるように収束させながら照射するようにしたので、記録のための光学系の構成を簡単にすることができるという効果を奏する。

【0275】また、請求項7記載の光情報記録装置によれば、情報光および参照光を、情報記録層に対して互いに反対の面側より同軸的に且つ同じ位置で最も小径となるように収束させながら照射するようにしたので、記録のための光学系の構成を簡単にすることができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態において用いられる記録媒体を示す説明図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態に係る光情報記録再生装置の構成を示すブロック図である。

【図3】本発明の第1の実施の形態における光ヘッドの平面図である。

【図4】本発明の第1の実施の形態における情報の記録の原理を示す説明図である。

【図5】本発明の第1の実施の形態における情報の再生の原理を示す説明図である。

【図6】本発明の第1の実施の形態における情報の再生の原理を詳しく説明するための波形図である。

【図7】本発明の第1の実施の形態において位相符号化多重方式による多重記録を行う場合における情報の記録の原理を示す説明図である。

【図8】本発明の第1の実施の形態において位相符号化多重方式による多重記録を行う場合における情報の再生の原理を示す説明図である。

【図9】本発明の第1の実施の形態において位相符号化多重方式による多重記録を行う場合における情報の再生の原理を詳しく説明するための波形図である。

【図10】本発明の第1の実施の形態における光ヘッドを示す断面図である。

【図11】本発明の第1の実施の形態におけるフォーカスエラー情報の生成方法の一例を説明するための説明図である。

【図12】本発明の第1の実施の形態におけるトラッキングエラー情報の生成方法とトラッキングサーボの方法の一例を説明するための説明図である。

【図13】本発明の第1の実施の形態におけるトラッキングエラー情報の生成方法とトラッキングサーボの方法の一例を説明するための説明図である。

【図14】本発明の第1の実施の形態における情報の記録時における光ヘッドの動作を示す説明図である。

【図15】本発明の第1の実施の形態における情報光および記録用参照光の照射位置の動きを示す説明図である。

【図16】本発明の第1の実施の形態における対物レンズの位置の変化とヘッド本体をトラックの接線方向に移動させるための駆動電圧の変化の一例を示す説明図である。

【図17】本発明の第1の実施の形態において情報光および記録用参照光の照射位置を所望の情報記録領域の位置に合わせる方法を説明するための説明図である。

【図18】本発明の第1の実施の形態におけるピットの長さの変化の具体例を示す説明図である。

【図19】本発明の第1の実施の形態におけるピットの時間およびピット間の時間の変化の具体例を示す説明図である。

【図20】本発明の第2の実施の形態に係る光情報記録再生装置における光ヘッドの駆動機構を示す平面図である。

【図21】本発明の第3の実施の形態に係る光情報記録再生装置における記録再生光学系の要部を示す説明図である。

【図22】本発明の第3の実施の形態における光情報記録媒体の他の例を示す説明図である。

【図23】本発明の第3の実施の形態に係る光情報記録再生装置における記録再生光学系の全体の構成を示す説明図である。

【図24】本発明の第3の実施の形態に係る光情報記録再生装置の構成を示すブロック図である。

【図25】本発明の第3の実施の形態におけるサーボ時の記録再生光学系の要部の状態を示す説明図である。

【図26】本発明の第3の実施の形態における記録時の記録再生光学系の要部の状態を示す説明図である。

【図27】本発明の第3の実施の形態における再生時の記録再生光学系の要部の状態を示す説明図である。

57

【図28】本発明の第4の実施の形態に係る光情報記録再生装置における記録再生光学系の全体の構成を示す説明図である。

【図29】本発明の第4の実施の形態において光の位相が空間的に変調されない記録用参照光を用いる場合の記録時の記録再生光学系の要部の状態を示す説明図である。

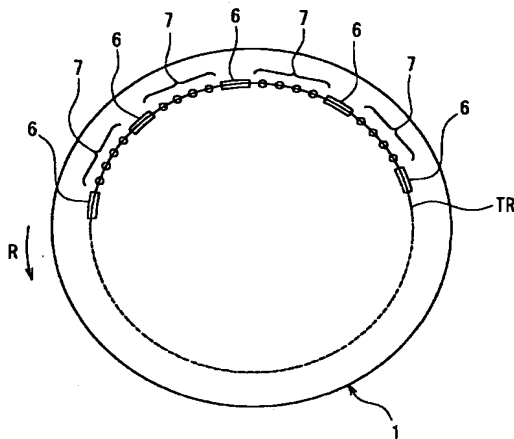
【図30】本発明の第4の実施の形態において光の位相が空間的に変調されない再生用参照光を用いる場合の再生時の記録再生光学系の要部の状態を示す説明図である。

【図31】本発明の第4の実施の形態に係る光情報記録再生装置において光の位相が空間的に変調されない再生用参照光を用いる場合の情報の再生の原理を詳しく説明するための波形図である。

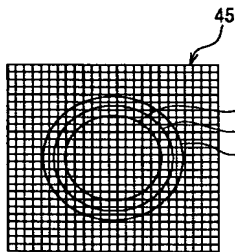
【図32】本発明の第4の実施の形態において光の位相が空間的に変調された記録用参照光を用いる場合の記録時の記録再生光学系の要部の状態を示す説明図である。

【図33】本発明の第4の実施の形態において光の位相が空間的に変調された再生用参照光を用いる場合の再生時の記録再生光学系の要部の状態を示す説明図である。

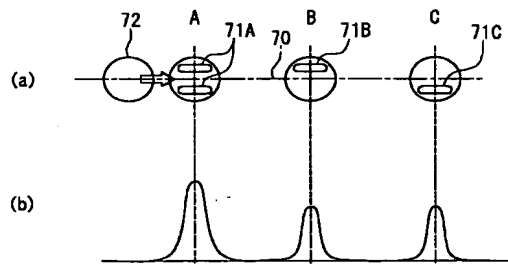
【図1】



【図11】



【図12】



58

【図34】本発明の第4の実施の形態に係る光情報記録再生装置において光の位相が空間的に変調された再生用参照光を用いる場合の情報の再生の原理を詳しく説明するための波形図である。

【図35】本発明の第5の実施の形態における光ヘッドおよび記録媒体を示す平面図である。

【図36】本発明の第5の実施の形態における光ヘッドの構成を示す断面図である。

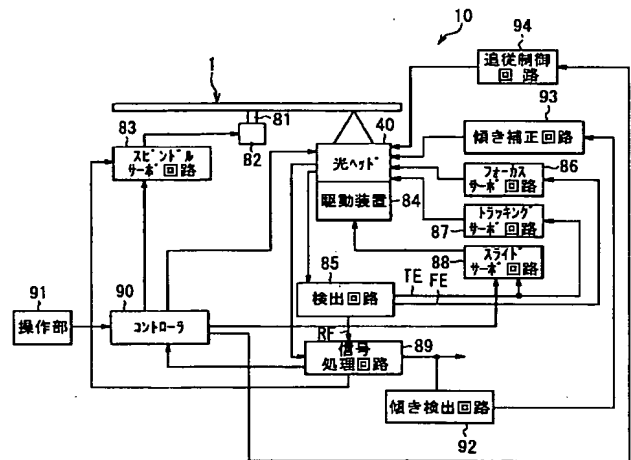
【図37】本発明の第5の実施の形態における記録媒体の構成を示す断面図である。

【図38】本発明の第5の実施の形態における対物レンズの位置の変化と対物レンズの位置をトラックの接線方向に移動させるための駆動電圧の変化の一例を示す説明図である。

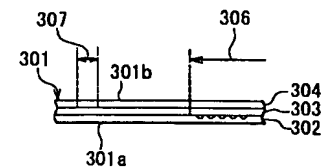
【符号の説明】

1…記録媒体、3…情報記録層、5…反射膜、6…アドレシ・サーボ領域、7…情報記録領域、11…対物レンズ、40…光ヘッド、41…ヘッド本体、43…半導体レーザ、44…位相空間光変調器、45…光検出器、47…コリメータレンズ、48…プリズムブロック、48a…偏光ビームスプリッタ面、49…4分の1波長板。

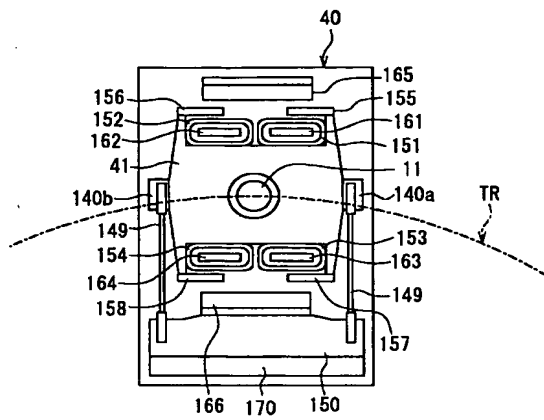
【図2】



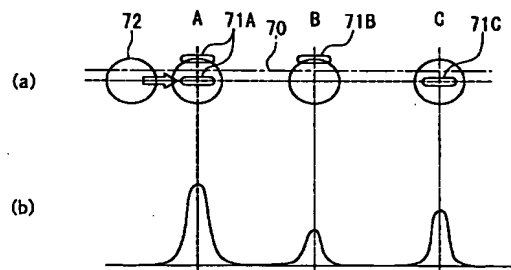
【図22】



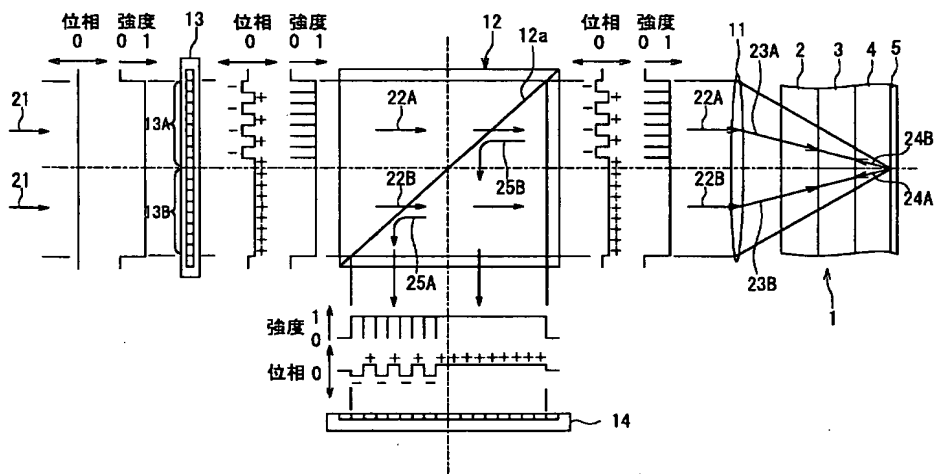
【図3】



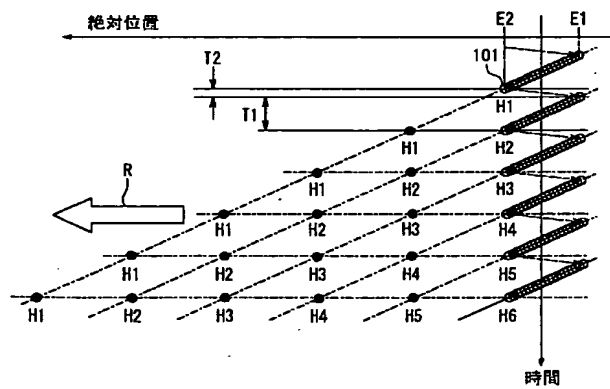
【図13】



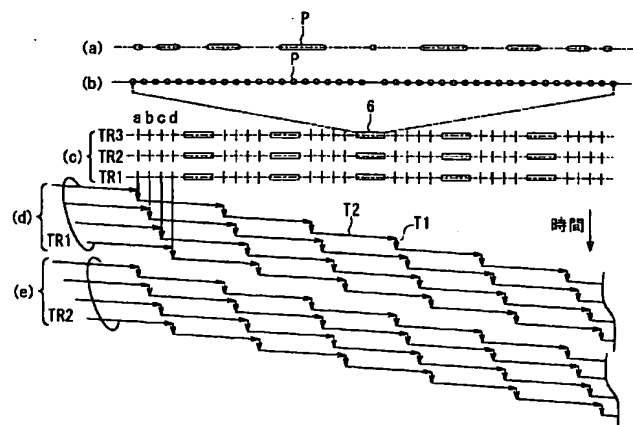
【図4】



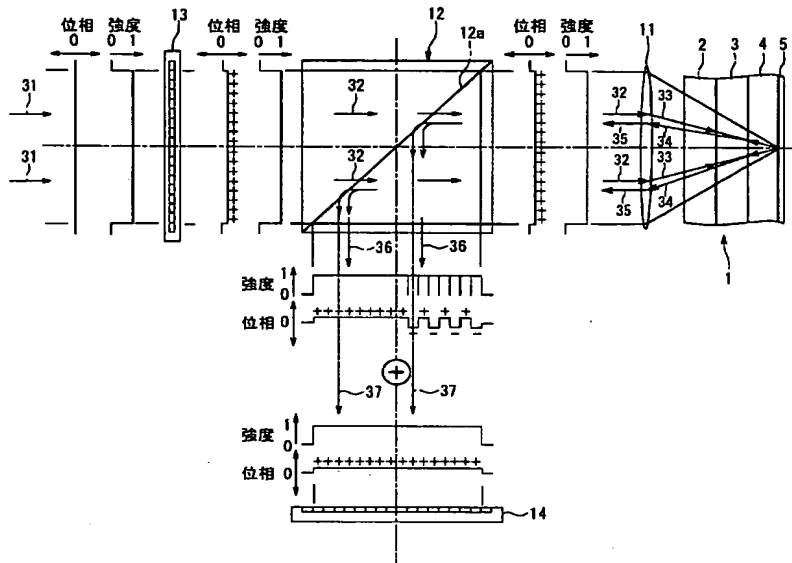
【図15】



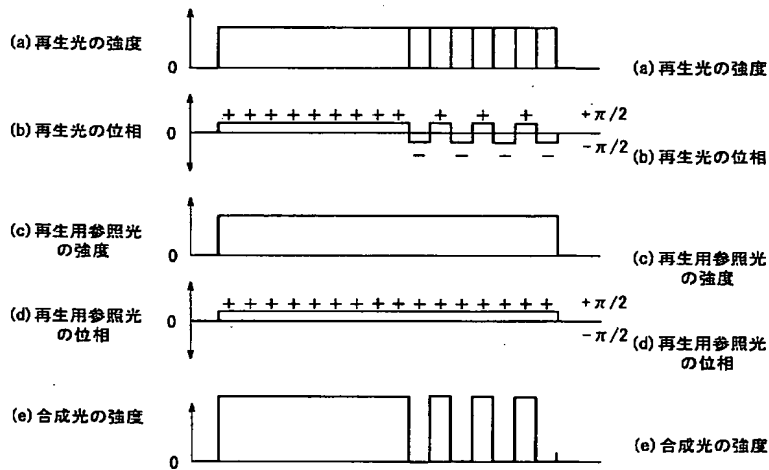
【図17】



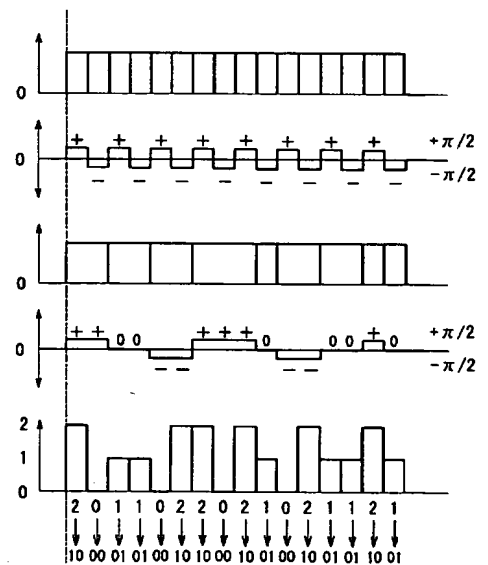
【図5】



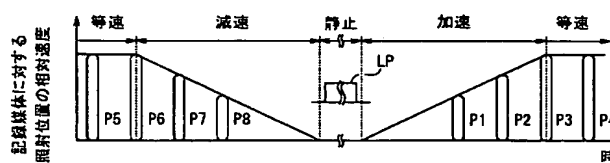
【図6】



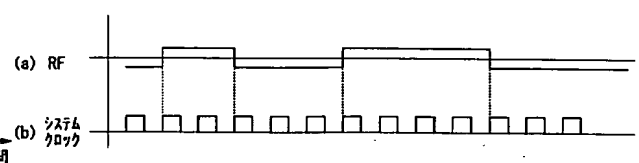
【図9】



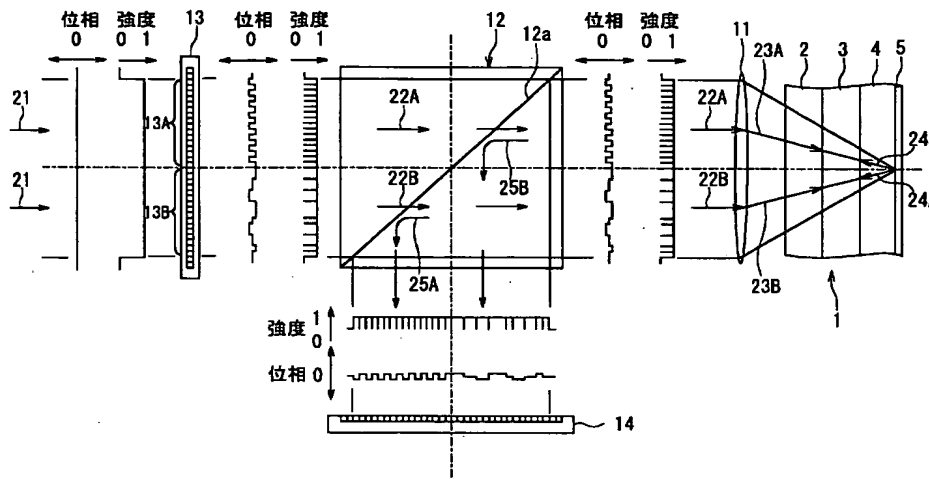
【図18】



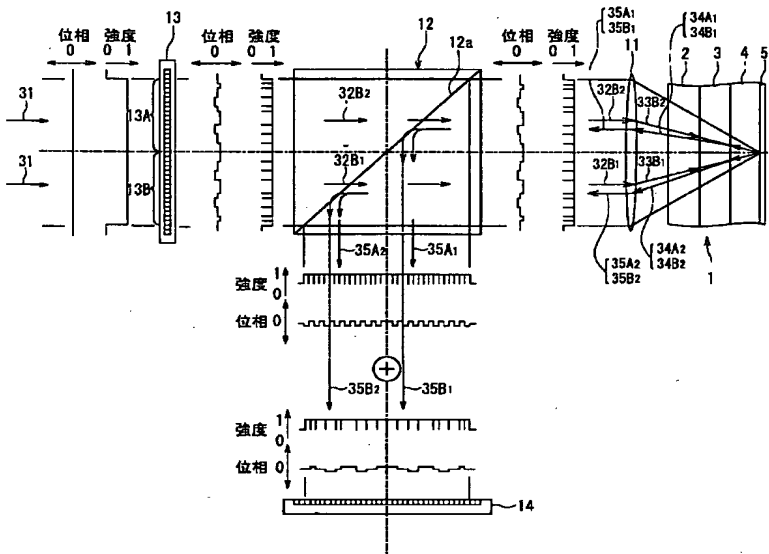
【図19】



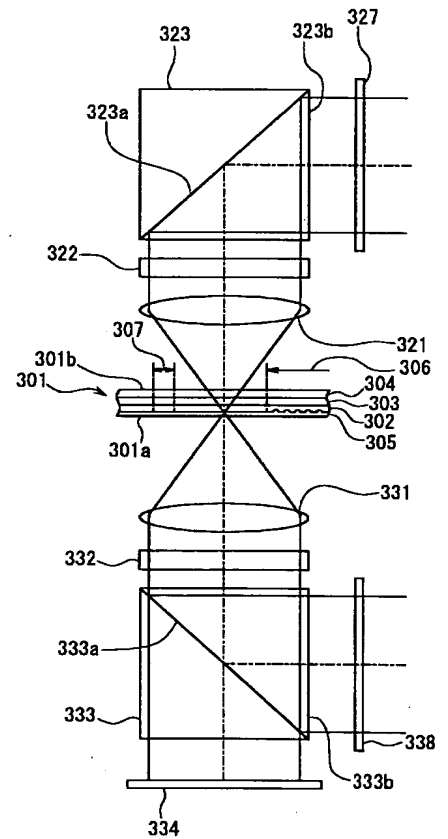
【図7】



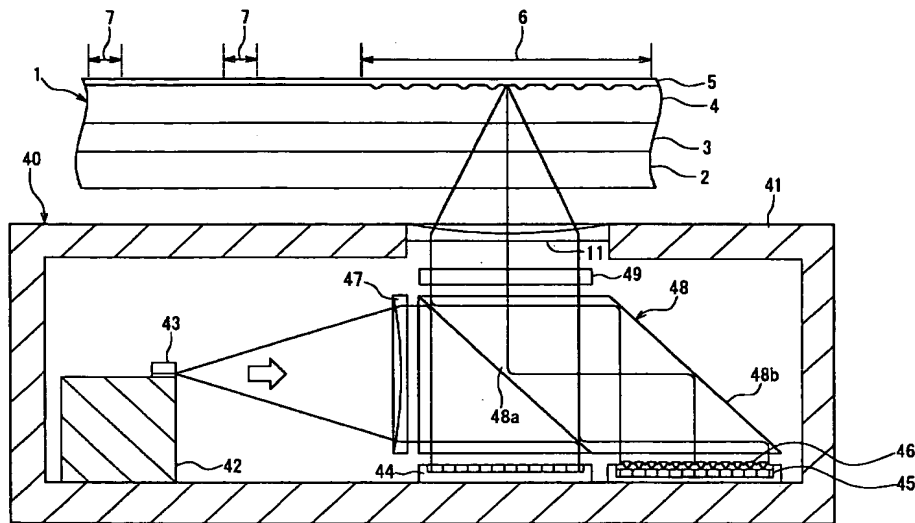
【図8】



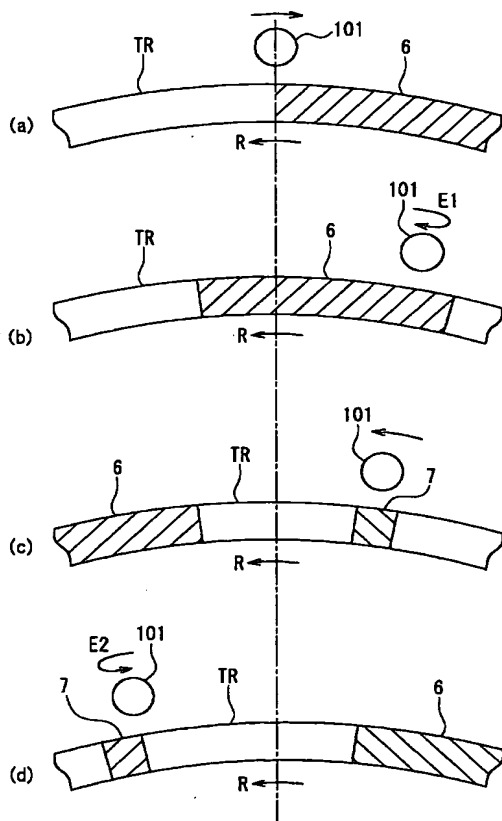
【図21】



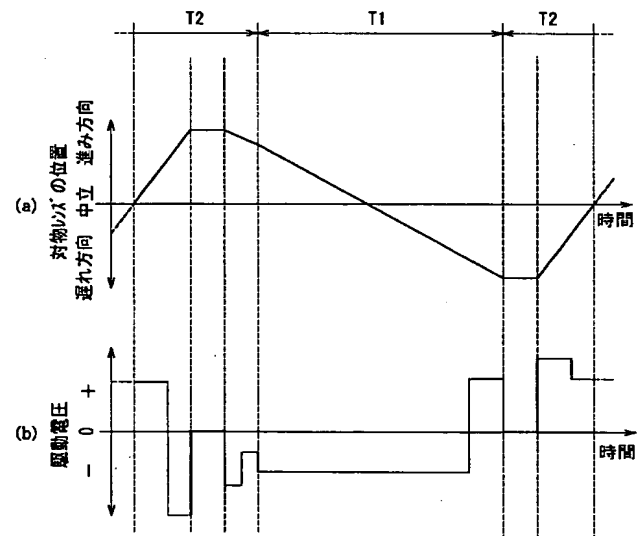
【図10】



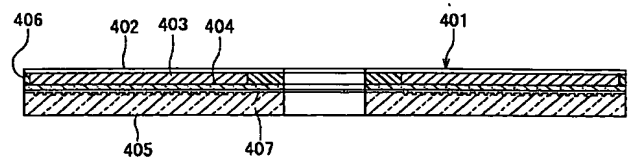
【図14】



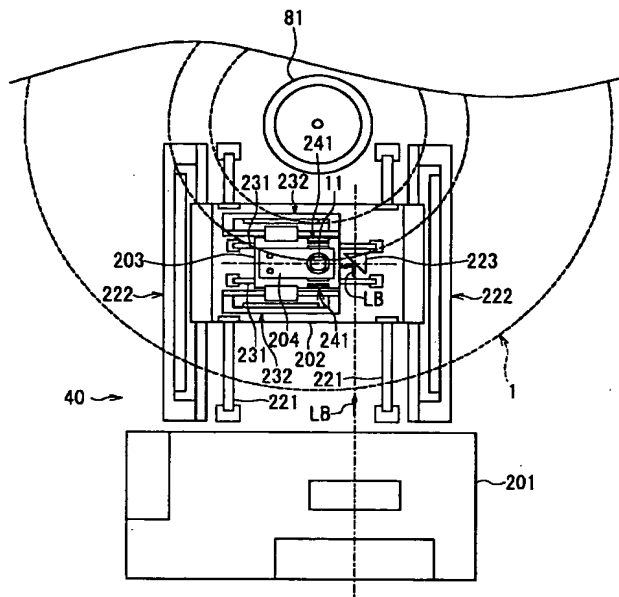
【図16】



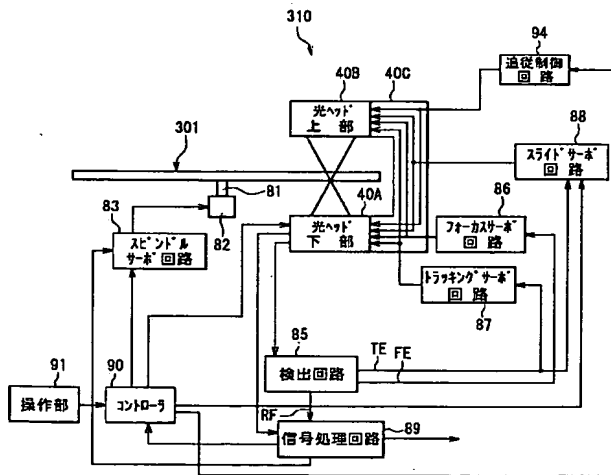
【図37】



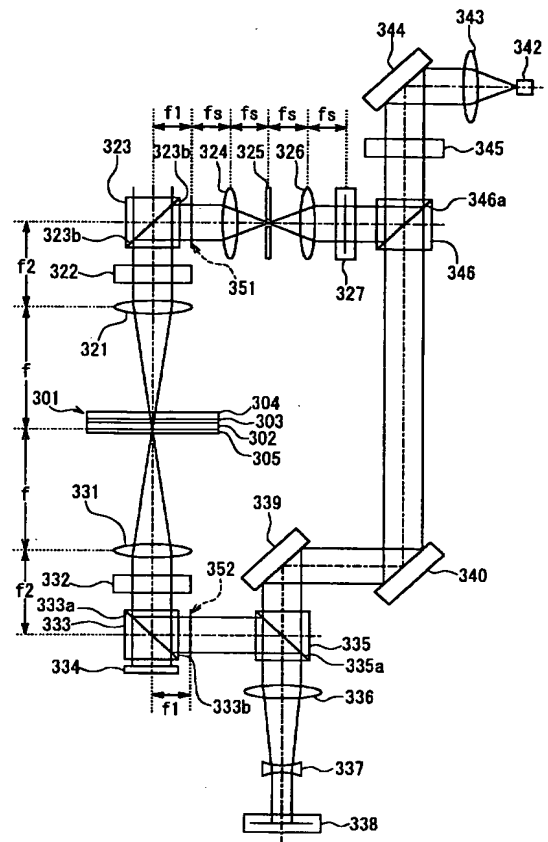
【図20】



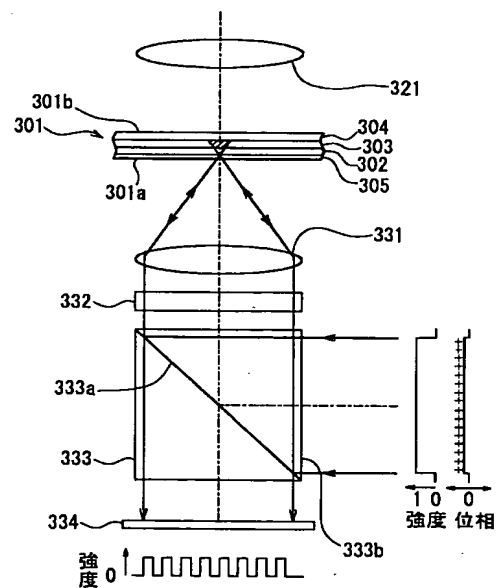
【図24】



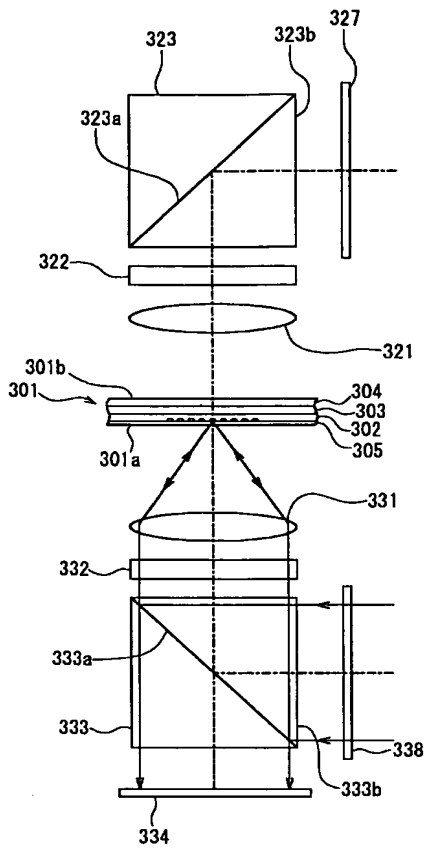
【図23】



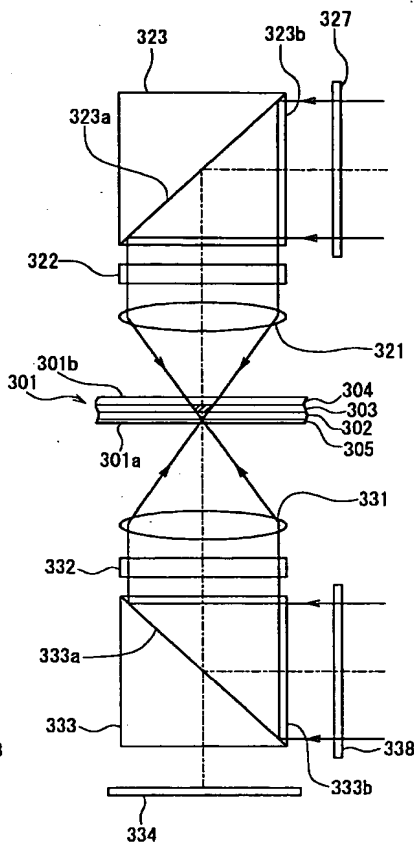
【図30】



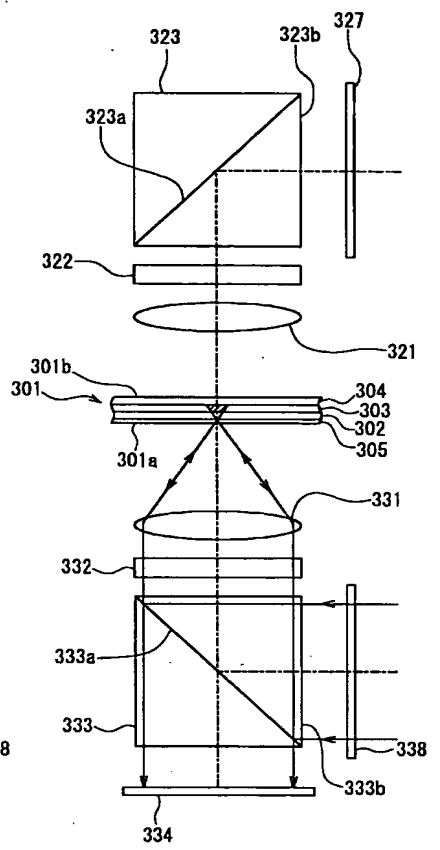
【図25】



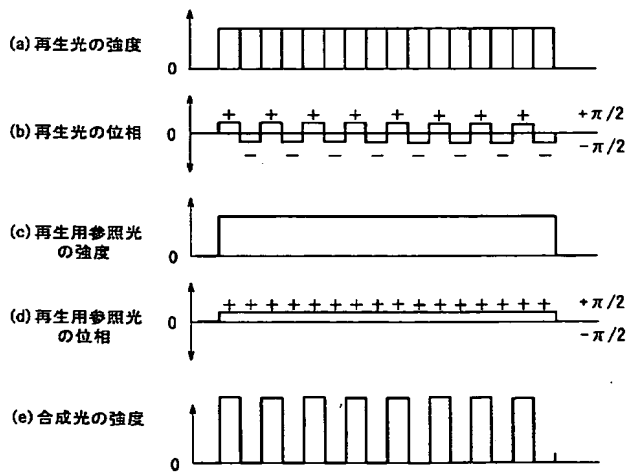
【図26】



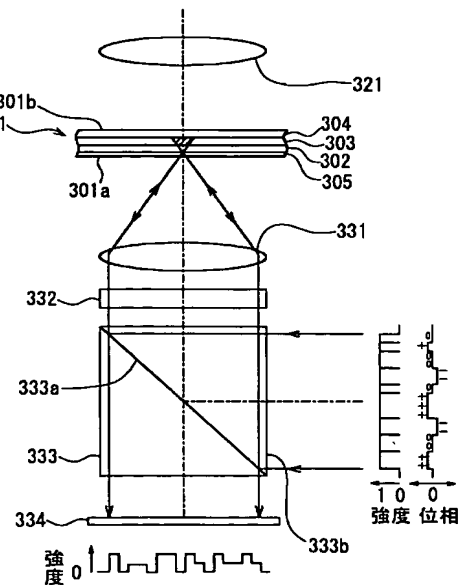
【図27】



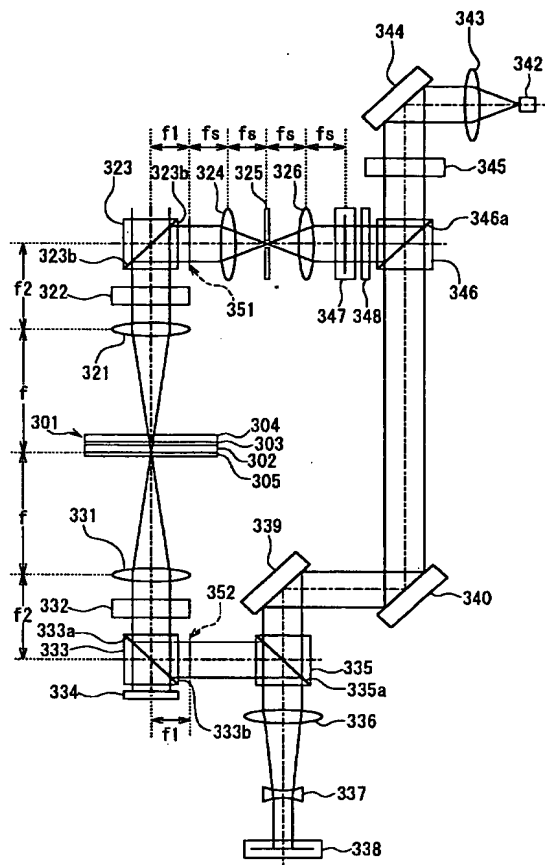
【図31】



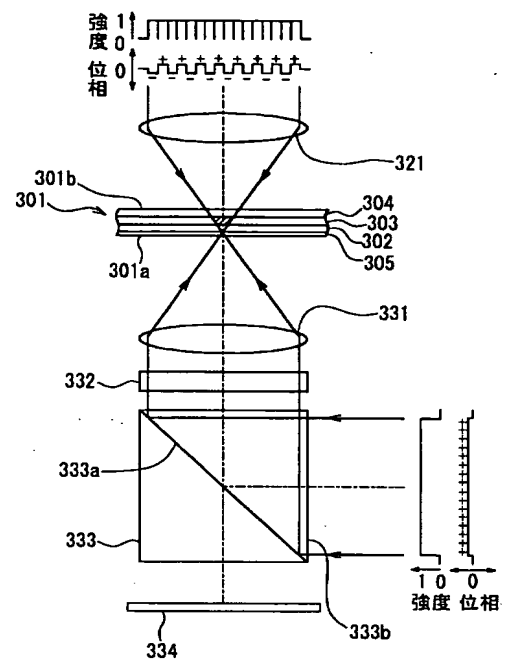
【図33】



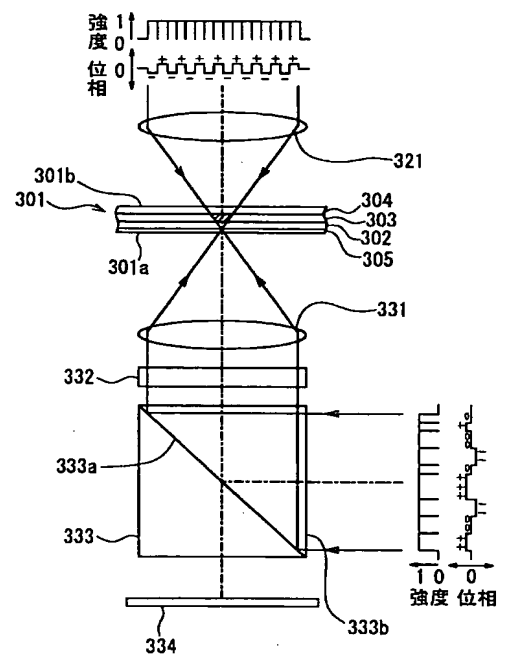
【図28】



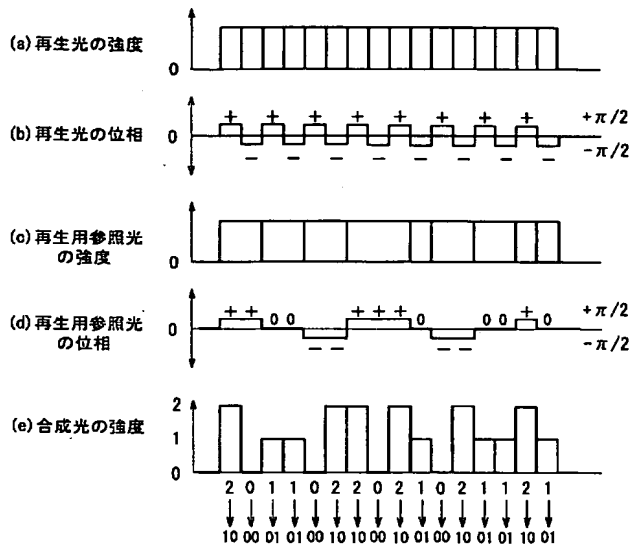
【図29】



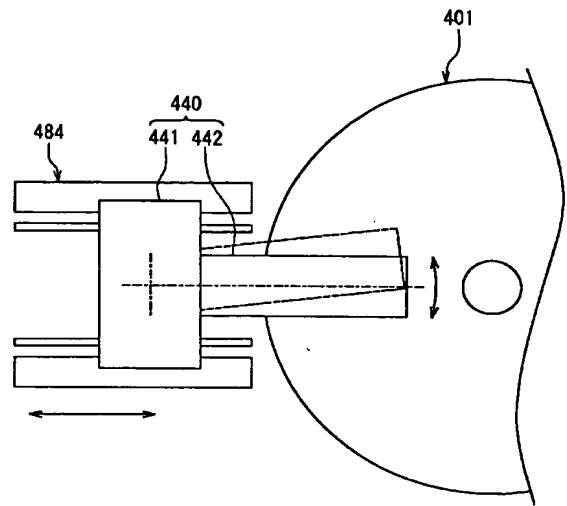
【図32】



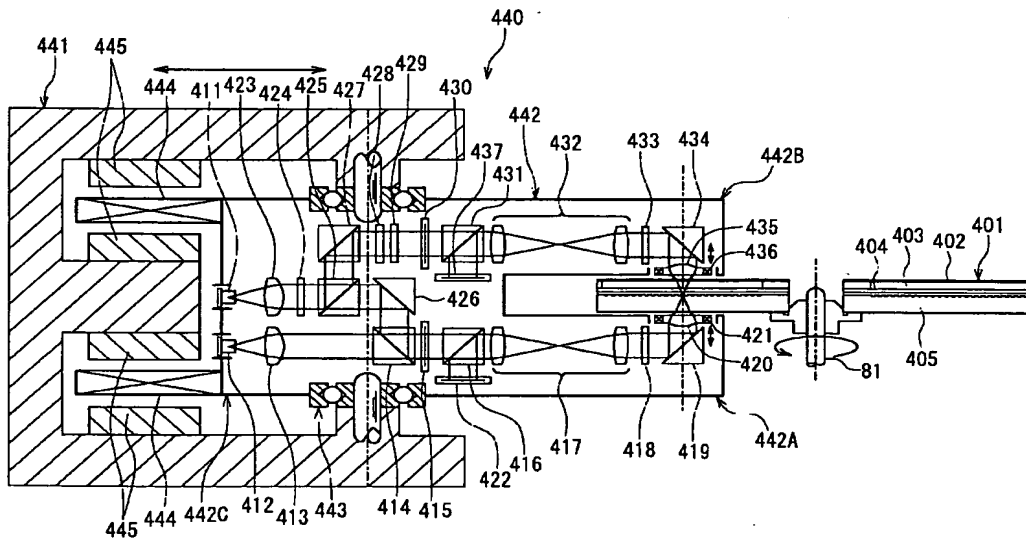
【図34】



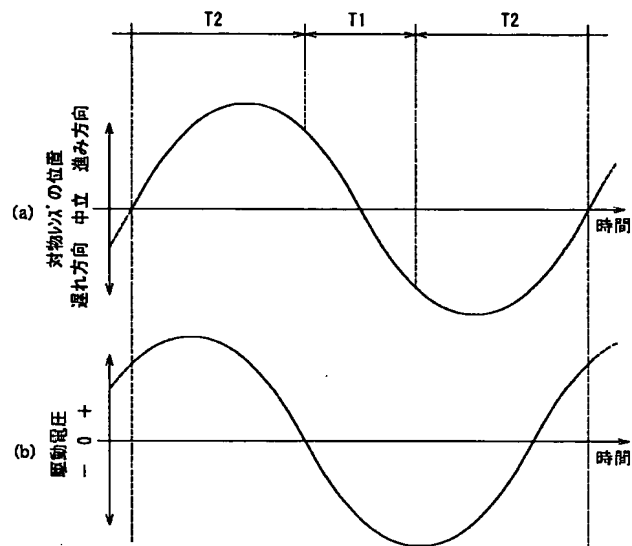
【図35】



【図36】



【図38】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5D090 AA01 BB20 CC06 CC14 DD01
 KK15 LL02
 5D118 AA11 BA01 BB02 BC12 BC13
 BF03 CB01 CD02 CD03
 5D119 BA01 BB20 EA01 EB13 EC43
 EC46 FA02 FA08

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is an optical information recording device for recording information on each information record section in the record medium which has two or more information record sections using holography. So that information may be recorded on said information record section with the interference pattern by interference with information light and a reference beam So that the exposure location of said information light and a reference beam may follow an exposure means to irradiate information light and a reference beam to said record medium, the record-medium migration means, to which said record medium is moved, and a predetermined period and one information record section where it moves The optical information recording device characterized by having the exposure impaction efficiency means to which the exposure location of said information light and a reference beam is moved.

[Claim 2] Said record-medium migration means is an optical information recording device according to claim 1 characterized by rotating said record medium.

[Claim 3] Said exposure impaction efficiency means is an optical information recording device according to claim 1 or 2 characterized by moving the outgoing radiation location of the information light in said exposure means, and a reference beam.

[Claim 4] It is the optical information recording device according to claim 1 to 3 which the identification information for identifying each information record section is recorded on said record medium, and is characterized by equipping the optical information recording device with a means to detect said identification information further.

[Claim 5] It is the optical information recording device according to claim 1 to 4 which the positioning information for doubling the exposure location of the said information light and the reference beam to each information record section is recorded on said record medium, and is characterized by equipping the optical information recording device with a means to detect said positioning information further.

[Claim 6] Said exposure means is an optical information recording device according to claim 1 to 5 characterized by irradiating completing said information light and reference beam so that it may become a minor diameter from the same field side most to said information recording layer in the same location in same axle and.

[Claim 7] Said exposure means is an optical information recording device according to claim 1 to 5 characterized by irradiating completing said information light and reference beam so that it may become a minor diameter from an opposite field side most mutually to said information recording layer in the same location in same axle and.

[Claim 8] The procedure of being the optical information record approach which records information using holography, and moving said record medium to each information record section in the record medium which has two or more information record sections, So that information may be recorded on said information record section with the interference pattern by interference with information light and a reference beam The optical information record approach characterized by having the procedure which irradiates information light and a reference beam to said record medium, and the procedure to which the exposure location of said information light and a reference beam is moved so that the exposure location of said information light and a reference beam may follow a predetermined period and one information record section where it moves.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the optical information recording device and approach for recording information on each information record section in the record medium which has two or more information record sections using holography.

[0002]

[Description of the Prior Art] Holographic record which records information on a record medium using holography is performed by writing the interference pattern which can generally do light with image information, and a reference beam superposition and then inside a record medium in a record medium. At the time of playback of the recorded information, image information is reproduced by irradiating a reference beam at the record medium by the diffraction by the interference pattern.

[0003] In recent years, for super-high density optical recording, volume holography, especially digital volume holography are developed in a practical use region, and attract attention. Volume holography is a method with which it utilizes positively and the thickness direction of a record medium also writes in an interference pattern in three dimension, diffraction efficiency is raised by increasing thickness and there is the description that increase of storage capacity can be aimed at using multiplex record. And with digital volume holography, although volume holography, the same record medium, and a recording method are used, the image information to record is the computer-oriented holographic recording method limited to the digital pattern made binary. In this digital volume holography, it once digitizes, and develops to two-dimensional digital pattern information, and image information like an analog--, for example picture also records this as image information. At the time of playback, it is reading and decoding this digital pattern information, and it is returned and displayed on the original image information. It becomes possible to reproduce the information on original very faithfully by performing differential detection, or coding binary-ized data and performing an error correction by this, at the time of playback, even if the S/N (SN ratio) is somewhat bad.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, the common recording device which records information on a disc-like record medium using light is equipped with the optical head which irradiates the light for information record to a record medium. And in this recording device, rotating a record medium, from an optical head, the light for information record is irradiated to a record medium, and information is recorded on a record medium. Moreover, generally in this recording device, semiconductor laser is used as the light source for generating the light for information record.

[0005] Also in holographic record, rotating a record medium, like the above-mentioned common recording device, information light and a reference beam are irradiated to a record medium, and it is possible to record information on two or more information record sections which can be set to a record medium one by one. In this case, it is desirable like a common recording device to use practical semiconductor laser as the light source for information light and reference beams.

[0006] However, when it is made to irradiate the information light and the reference beam which were generated using semiconductor laser at a record medium, constituting the record medium for holographic record using the sensitive material for the present holography, and rotating this record

medium, there are the following troubles. That is, there is a trouble that it is difficult to give sufficient exposure energy which records information on one information record section in a record medium with an interference pattern for a short time in this case. Then, in order to give sufficient exposure energy for one information record section, lengthening the exposure time is also considered. However, if it does so, the migration length of the information record section in the exposure time over one information record section will become large, and an informational precision will fall.

[0007] Here, an example is given and the above-mentioned trouble is explained in detail. When the light source of high power like the pulse laser instead of semiconductor laser is used as the light source, it is possible enough to record information on a record medium, rotating a record medium. For example, the case where the maximum output uses the pulse laser which can generate the pulsed light for dozens of ns by several kW is considered as the light source. In this case, it is assumed that it is that from which the optical reinforcement on a record medium is set to 200W. Moreover, pulse width of pulsed light is set to 20ns, and linear velocity of an information record section is made into 2 m/s. In this case, the migration length of the information record section in the exposure time over one information record section is set to 1/10 or less micrometers [0.04] of the wavelength of light, and can fully maintain an informational precision. However, it is not practical to use the above pulse lasers as the light source.

[0008] Next, the case where semiconductor laser is used as the light source is considered. In this case, the optical reinforcement on a record medium assumes that it is what is set to 20mW, and makes linear velocity of an information record section 2 m/s. in this case, it is the same as the case where the above-mentioned pulse laser is used for one information record section -- in order to give the exposure energy of **, the exposure time is needed only for 200 microseconds which is 10000 times at the time of using a pulse laser. The migration length of the information record section in this exposure time amounts also to 400 micrometers, and it becomes difficult to record information with an interference pattern.

[0009] This invention was made in view of this trouble, and the purpose is in offering the optical information recording device and approach which enabled it to record information on each information record section using holography, moving the record medium which has two or more information record sections using the practical light source.

[0010]

[Means for Solving the Problem] The optical information recording device of this invention to each information record section in the record medium which has two or more information record sections So that it may be equipment for recording information using holography and information may be recorded on an information record section with the interference pattern by interference with information light and a reference beam So that the exposure location of information light and a reference beam may follow an exposure means to irradiate information light and a reference beam to a record medium, the record-medium migration means, to which a record medium is moved, and a predetermined period and one information record section where it moves It has the exposure impaction efficiency means to which the exposure location of information light and a reference beam is moved.

[0011] In the optical information recording device of this invention, a record medium is moved by the record-medium migration means, and information light and a reference beam are irradiated by the exposure means to this record medium. Moreover, by the exposure impaction efficiency means, the exposure location of information light and a reference beam is moved so that the exposure location of information light and a reference beam may follow a predetermined period and one information record section where it moves. Thereby, it is continued by irradiating a predetermined period and one information record section information light and a reference beam. Therefore, only sufficient time amount to record information on an information record section becomes possible [irradiating information light and a reference beam in an information record section], without producing the gap with the exposure location of an information record section, information light, and a reference beam.

[0012] In the optical information recording device of this invention, a record-medium migration means may rotate a record medium.

[0013] Moreover, in the optical information recording device of this invention, an exposure impaction efficiency means may move the outgoing radiation location of the information light in an exposure means, and a reference beam.

[0014] Moreover, in the optical information recording device of this invention, the identification information for identifying each information record section is recorded on the record medium, and the optical information recording device may be further equipped with a means to detect identification information.

[0015] Moreover, in the optical information recording device of this invention, the positioning information for doubling the exposure location of the information light and the reference beam to each information record section is recorded on the record medium, and the optical information recording device may be further equipped with a means to detect positioning information.

[0016] Moreover, an exposure means may be irradiated in the optical information recording device of this invention, completing information light and a reference beam so that it may become a minor diameter from the same field side most to an information recording layer in the same location in same axle and.

[0017] Moreover, an exposure means may be irradiated in the optical information recording device of this invention, completing information light and a reference beam so that it may become a minor diameter from an opposite field side most mutually to an information recording layer in the same location in same axle and.

[0018] The procedure to which the optical information record approach of this invention is the approach of recording information on each information record section in the record medium which has two or more information record sections using holography, and a record medium is moved, So that information may be recorded on an information record section with the interference pattern by interference with information light and a reference beam It has the procedure which irradiates information light and a reference beam to a record medium, and the procedure to which the exposure location of information light and a reference beam is moved so that the exposure location of information light and a reference beam may follow a predetermined period and one information record section where it moves.

[0019] By the optical information record approach of this invention, information light and a reference beam are irradiated to the record medium which moves. Moreover, by the procedure to which an exposure location is moved, the exposure location of information light and a reference beam is moved so that the exposure location of information light and a reference beam may follow a predetermined period and one information record section where it moves. Thereby, it is continued by irradiating a predetermined period and one information record section information light and a reference beam. Therefore, only sufficient time amount to record information on an information record section becomes possible [irradiating information light and a reference beam in an information record section], without producing the gap with the exposure location of an information record section, information light, and a reference beam.

[0020]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained to a detail with reference to a drawing.

The outline of the record medium 1 used at the beginning of [the gestalt of the 1st operation] in the gestalt of operation of the 1st of this invention with reference to drawing 1 is explained. A part of one truck in a record medium 1 is shown in drawing 1 . The record medium 1 has nothing and two or more trucks TR for disc-like. Two or more address servo fields 6 are established in each truck TR at equal intervals. Between the adjacent address servo fields 6, one or more information record sections 7 are formed. The example in which four information record sections 7 are formed at equal intervals between the adjacent address servo fields 6 is shown in drawing 1 .

[0021] Information and address information for information for the information for generating the basic clock used as the criteria of the timing of various kinds of actuation in an optical information record regenerative apparatus and a sample DOSABO method to perform a focus servo and a sample DOSABO method to perform a tracking servo are beforehand recorded on the address servo field 6 by the embossing pit etc. In addition, a focus servo may be performed using the interface of the air gap layer mentioned later and the reflective film, without recording the information for performing a

focus servo on the address servo field 6. Address information is the information for identifying each information record section 7, and corresponds to the identification information in this invention. Moreover, the information for performing the information and the tracking servo for performing the information for generating a basic clock and a focus servo is the information for doubling the exposure location of the information light to each information record section 7, the reference beam for record, and the reference beam for playback, and is equivalent to the positioning information in this invention.

[0022] Here, with reference to drawing 1, the outline of the optical information record approach concerning the gestalt of this operation is explained. In the gestalt of this operation, in case information is recorded on the information record section 7 of a record medium 1, a record medium 1 rotates in the direction shown with Notation R in drawing 1 (migration). This moves in the direction shown with Notation R in the address servo field 6 and the information record section 7. The optical head mentioned later irradiates information light and the reference beam for record to a record medium 1 so that information may be recorded on the information record section 7 with the interference pattern by interference with information light and the reference beam for record. Moreover, an optical head moves the exposure location of information light and the reference beam for record so that the exposure location of information light and the reference beam for record may follow a predetermined period and one information record section 7 where it moves. Thereby, it is continued by irradiating a predetermined period and one information record section 7 information light and the reference beam for record. Therefore, only sufficient time amount to record information on the information record section 7 becomes possible [irradiating information light and the reference beam for record in the information record section 7], without producing the gap with the exposure location of the information record section 7, information light, and a record reference beam.

[0023] Next, with reference to drawing 2, the configuration of the optical information record regenerative apparatus containing the optical information recording device concerning the gestalt of this operation is explained. This optical information record regenerative apparatus 10 is equipped with the spindle 81 with which a record medium 1 is attached, the spindle motor 82 made to rotate this spindle 81, and the spindle servo circuit 83 which controls a spindle motor 82 to maintain the number of rotations of a record medium 1 at a predetermined value. The optical information record regenerative apparatus 10 irradiated the reference beam for playback to the record medium 1, detected playback light, and is equipped with the driving gear 84 which makes movable to radial [of a record medium 1] the optical head 40 and this optical head 40 for reproducing the information currently recorded on the record medium 1 while it irradiates information light and the reference beam for record to a record medium 1 and records information further.

[0024] The detector 85 for the optical information record regenerative apparatus 10 to detect focal error signal FE, the tracking error signal TE, and a regenerative signal RF from the output signal of the optical head 40 further, The focus servo circuit 86 which is made to move the head body later mentioned in the optical head 40 in the direction perpendicular to the field of a record medium 1 based on focal error signal FE detected by this detector 85, and performs a focus servo, The tracking servo circuit 87 which is made to move a head body to radial [of a record medium 1] based on the tracking error signal TE detected by the detector 85, and performs a tracking servo, It has the slide servo circuit 88 which performs the slide servo which a driving gear 84 is controlled [servo] based on the command from the tracking error signal TE and the controller mentioned later, and moves the optical head 40 to radial [of a record medium 1].

[0025] The optical information record regenerative apparatus 10 decodes further the output data of a CCD array later mentioned in the optical head 40. The digital disposal circuit 89 which reproduces the data recorded on the information record section 7 of a record medium 1, reproduces a basic clock from the regenerative signal RF from a detector 85, or distinguishes the address, It has the controller 90 which controls the optical whole information record regenerative apparatus 10, and the control unit 91 which gives various directions to this controller 90.

[0026] The optical information record regenerative apparatus 10 is equipped with the inclination amendment circuit 93 which amends the relative inclination of a record medium 1 and a head body by changing the location of a head body in the direction in which the inclination of the head body over the field of a record medium 1 changes further based on the output signal of the inclination

detector 92 which detects the relative inclination of a record medium 1 and a head body, and this inclination detector 92 based on the output signal of a digital disposal circuit 89.

[0027] By moving a head body in the direction which meets a truck mostly further at the time of informational record, the optical information record regenerative apparatus 10 is equipped with the follow-up control circuit 94 which controls the exposure location of information light and the reference beam for record so that the exposure location of information light and the reference beam for record may follow a predetermined period and one information record section 7 where it moves.

[0028] A controller 90 controls the optical head 40, the spindle servo circuit 83, the slide servo circuit 88, and follow-up control circuit 94 grade while inputting the basic clock and address information which are outputted from a digital disposal circuit 89. The spindle servo circuit 83 inputs the basic clock outputted from a digital disposal circuit 89. A controller 90 realizes the function of a controller 90 by having CPU (central processing unit), ROM (read only memory), and RAM (random access memory), and CPU's making RAM a working area, and performing the program stored in ROM.

[0029] Next, with reference to drawing 3 , the drive of the head body in the optical head 40 is explained. Drawing 3 is the top view of the optical head 40. In drawing 3 , Notation TR expresses the truck in a record medium 1. The optical head 40 has the head body 41 which reproduces the informational record and the information from a record medium 1 over a record medium 1. The head body 41 has the objective lens 11 which counters a record medium 1. The elastic arm fixed parts 140a and 140b are formed in the both ends of the tangential direction (longitudinal direction in drawing 3) of the truck in the head body 41. The end of the elastic arm 149 formed by elastic members, such as rubber, flat spring, a coil spring, and a wire, is being fixed to these elastic arm fixed parts 140a and 140b, respectively. The other end of each elastic arm 149 is being fixed to the arm supporter 150. This arm supporter 150 is attached in the arm supporter 150 by the electrostrictive actuator 170 movable to radial [of a record medium 1] (the vertical direction in drawing 3) within the limits of predetermined.

[0030] The coil 151,152 for a focus servo and inclination adjustment and the coil 155,156 for exposure location flattery are attached in one radial edge of the record medium 1 in the head body 41. Similarly, the coil 153,154 for a focus servo and inclination adjustment and the coil 157,158 for exposure location flattery are attached in the radial other-end section of the record medium 1 in the head body 41.

[0031] The optical head 40 is equipped with the magnet 161,162,163,164 formed so that a coil 151,152,153,154 might be penetrated further, respectively, the magnet 165 arranged in the location which counters a coil 155,156, and the magnet 166 arranged in the location which counters a coil 157,158.

[0032] With the optical head 40, the location of the head body 41 can be changed in the direction in which the inclination of the head body 41 over a direction (direction perpendicular to the space in drawing 3) perpendicular to the field of a record medium 1 and the field of a record medium 1 changes with coils 151-154 and magnets 161-164. Moreover, with the optical head 40, the location of the head body 41 can be changed to radial [of a record medium 1] by the electrostrictive actuator 170. Moreover, with the optical head 40, the location of the head body 41 can be changed in the direction which meets Truck TR mostly with the elastic arm 149, coils 155-158, and a magnet 165,166. The elastic arm 149, coils 155-158, and a magnet 165,166 correspond to the exposure impaction efficiency means in this invention.

[0033] Coils 151-154 are driven by the focus servo circuit 86 and the inclination amendment circuit 93 in drawing 2 . Coils 155-158 are driven by the follow-up control circuit 94 in drawing 2 . Moreover, an electrostrictive actuator 170 is driven by the tracking servo circuit 87 in drawing 2 .

[0034] Next, with reference to drawing 4 , the configuration of the record medium used in the gestalt of this operation is explained. As for the close outgoing radiation side of the light in the disc-like transparence substrate 2 formed of the polycarbonate etc., and this transparence substrate 2, the record medium 1 in the gestalt of this operation equips the opposite side with the information recording layer 3 arranged sequentially from the transparence substrate 2, the air gap layer 4, and the reflective film 5. The information recording layer 3 is a layer on which information is recorded using holography, and when light is irradiated, it is formed with the hologram ingredient from which

optical properties, such as a refractive index, a dielectric constant, and a reflection factor, change according to luminous intensity. as a hologram ingredient -- for example, the E. I. du Pont de Nemours & Co. (Dupont) make -- photopolymer (photopolymers) HRF-600 (product name) and an application -- squirrel (Aprils) company make -- photopolymer ULSH-500 (product name) etc. is used. The reflective film 5 is formed of aluminum. In addition, you may make it the information recording layer 3 and the reflective film 5 adjoin in a record medium 1, without forming the air gap layer 4.

[0035] Next, the principle of record of the information in the optical information record regenerative apparatus concerning the gestalt of this operation is explained. With the gestalt of this operation, information light and the reference beam for record are generated, and information light and the reference beam for record are irradiated at the information recording layer 3 of a record medium 1 so that information may be recorded on the information recording layer 3 with the interference pattern by interference with information light and the reference beam for record. Information light is generated by modulating the phase of light spatially based on the information to record.

[0036] Hereafter, with reference to drawing 4, the optical information record approach concerning the gestalt of this operation is explained in detail. In addition, drawing 4 shows the part in an example of the record playback optical system in the optical information record regenerative apparatus concerning the gestalt of this operation. In the record playback optical system in this example, the objective lens 11 which counters the transparence substrate 2 side of a record medium 1, and the record medium 1 in this objective lens 11 have the beam splitter 12 and the phase space optical modulator 13 which were arranged in the opposite side sequentially from the objective lens 11 side. The beam splitter 12 has half-reflector 12a to which the 45 degrees of the direction of a normal were leaned to the direction of an optical axis of an objective lens 11. The record playback optical system shown in drawing 4 has further the photodetector 14 with which the return light from a record medium 1 has been arranged in the direction reflected by half-reflector 12a of a beam splitter 12. The phase space optical modulator 13 has the pixel of a large number arranged in the shape of a grid, and can modulate the phase of light now spatially by choosing the phase of outgoing radiation light for every pixel. Moreover, a photodetector 14 has the pixel of a large number arranged in the shape of a grid, and can detect now the luminous intensity which received light for every pixel.

[0037] In the example shown in drawing 4, the phase space optical modulator 13 generates information light and the reference beam for record. Incidence of the parallel light fixed [a phase and reinforcement] and coherent is carried out to the phase space optical modulator 13. At the time of informational record, when the phase space optical modulator 13 chooses the phase of outgoing radiation light for every pixel in field 13A of one one half based on the information to record, the phase of light is modulated spatially, information light is generated, in field 13B of the one half of another side, the phase of outgoing radiation light is made the same about all pixels, and the reference beam for record is generated.

[0038] By field 13A, as for the phase space optical modulator 13, the phase contrast over the 1st phase and criteria phase from which the phase contrast over a predetermined criteria phase is set to $+\pi/2$ (rad) the phase of the light after a modulation for every pixel - It is set as either of the 2nd phase used as $\pi/2$ (rad). The phase contrast of the 1st phase and the 2nd phase is π (rad). In addition, the phase space optical modulator 13 may set the phase of the light after a modulation as either of three or more values for every pixel in field 13A. Moreover, the phase space optical modulator 13 makes the phase of the outgoing radiation light of all pixels the 1st phase from which the phase contrast over a predetermined criteria phase is set to $+\pi/2$ (rad) in field 13B. In addition, in field 13B, the phase space optical modulator 13 is good also considering the phase of the outgoing radiation light of all pixels as the 2nd phase, and good also as a different fixed phase from both the 1st phase and the 2nd phase.

[0039] In drawing 4, the phase and reinforcement of the incident light of the phase space optical modulator 13, the outgoing radiation light of the phase space optical modulator 13, the incident light of the objective lens 11 before a record medium 1 irradiates, and the return light from the record medium 1 reflected by half-reflector 12a of a beam splitter 12 are shown. In addition, the 1st phase is expressed with a notation "+" and the notation "-" expresses the 2nd phase in drawing 4. Moreover,

strong maximum is expressed with "1" and the strong minimum value "0" expresses in drawing 4 .

[0040] In the example shown in drawing 4 , incidence of the parallel light 21 fixed [a phase and reinforcement] and coherent is carried out to the phase space optical modulator 13 at the time of informational record. Based on the information to record, a phase is modulated spatially and the light which passed field 13A among the light which carried out incidence to the phase space optical modulator 13 is set to information light 22A. In addition, in information light 22A, reinforcement falls locally in the boundary part of the pixel of the 1st phase, and the pixel of the 2nd phase. A phase is not modulated spatially but the light which passed field 13B on the other hand among the light which carried out incidence to the phase space optical modulator 13 is set to reference beam 22B for record. Incidence of these information light 22A and the reference beam 22B for record is carried out to a beam splitter 12, they turn into information light 23A and reference beam 23B for record to converge which a part passes half-reflector 12a, passes an objective lens 11 further, and converges, and are irradiated by the record medium 1. The information recording layer 3 is passed, it converges so that it may become a minor diameter most on the interface of the air gap layer 4 and the reflective film 5, and information light 23A and reference beam 23B for record are reflected by the reflective film 5. Information light 24A after being reflected by the reflective film 5, and reference beam 24B for record become the light to diffuse, and pass the information recording layer 3 again.

[0041] In the information recording layer 3, while reference beam 24B for record after being reflected by information light 23A before being reflected by the reflective film 5, and the reflective film 5 interferes and forming an interference pattern, reference beam 23B for record before being reflected by information light 24A after being reflected by the reflective film 5, and the reflective film 5 interferes, and an interference pattern is formed. And these interference patterns are recorded in volume in the information recording layer 3.

[0042] Outgoing radiation of information light 24A after being reflected by the reflective film 5, and the reference beam 24B for record is carried out from a record medium 1, and they turn into information light 25A of parallel light, and reference beam 25B for record with an objective lens 11. Incidence of such light 25A and 25B is carried out to a beam splitter 12, a part is reflected by half-reflector 12a, and they is received by the photodetector 14.

[0043] Next, the principle of playback of the information in the optical information record regenerative apparatus concerning the gestalt of this operation is explained. With the gestalt of this operation, while generating the reference beam for playback and irradiating this reference beam for playback to the information recording layer 3 of a record medium 1, by irradiating the reference beam for playback, the playback light generated from the information recording layer 3 is collected, this playback light and the reference beam for playback are piled up, a synthetic light is generated, and this synthetic light is detected.

[0044] Hereafter, with reference to drawing 5 , the optical information playback approach concerning the gestalt of this operation is explained in detail. In addition, drawing 5 shows the part in an example of the record playback optical system in the optical information record regenerative apparatus concerning the gestalt of this operation like drawing 4 .

[0045] Moreover, in drawing 5 , the phase and reinforcement of the incident light of the phase space optical modulator 13, the outgoing radiation light of the phase space optical modulator 13, the incident light of the objective lens 11 before a record medium 1 irradiates, and the return light from the record medium 1 reflected by half-reflector 12a of a beam splitter 12 are shown. How to express the phase in drawing 5 and reinforcement is the same as that of drawing 4 .

[0046] In the example shown in drawing 5 , incidence of the parallel light 31 fixed [a phase and reinforcement] and coherent is carried out to the phase space optical modulator 13 at the time of informational playback. In the time of informational playback, about all pixels, the phase space optical modulator 13 makes the phase of outgoing radiation light the 1st phase from which the phase contrast over a predetermined criteria phase is set to $+\pi/2$ (rad), and generates the reference beam 32 for playback. Incidence of this reference beam 32 for playback is carried out to a beam splitter 12, it turns into the reference beam 33 for playback which a part passes half-reflector 12a, passes an objective lens 11 further, and converges, and is irradiated by the record medium 1. The information recording layer 3 is passed, it converges so that it may become a minor diameter most on the interface of the air gap layer 4 and the reflective film 5, and the reference beam 33 for playback is

reflected by the reflective film 5. The reference beam for playback after being reflected by the reflective film 5 turns into light to diffuse, and passes the information recording layer 3 again. [0047] In the information recording layer 3, in the reflective film 5, while the playback light which advances to the opposite side occurs, the playback light which advances to the reflective film 5 side by the reference beam for playback after being reflected by the reflective film 5 occurs by the reference beam 33 for playback before being reflected by the reflective film 5. In the reflective film 5, outgoing radiation of the playback light which advances to the opposite side is carried out as it is than a record medium 1, it is reflected by the reflective film 5 and outgoing radiation of the playback light which advances to the reflective film 5 side is carried out from a record medium 1.

[0048] Thus, at the time of playback, the return light 34 from a record medium 1 becomes a thing containing the reference beam for playback after being reflected by playback light and the reflective film 5. It carries out incidence to a beam splitter 12, return light 34 being used as the return light 35 of parallel light with an objective lens 11, and a part is reflected by half-reflector 12a, and it is received by the photodetector 14. The return light 35 which carries out incidence to a photodetector 14 contains the reference beam 37 for playback after being reflected by the playback light 36 and the reflective film 5. The playback light 36 is the light by which the phase of light was spatially modulated corresponding to the information recorded on the information recording layer 3. By drawing 5, for convenience, the playback light 36 and the reference beam 37 for playback are divided, and a phase and reinforcement are shown about each. However, in fact, the playback light 36 and the reference beam 37 for playback pile up, a synthetic light is generated, and this synthetic light is received by the photodetector 14. A synthetic light turns into light by which reinforcement was modulated spatially corresponding to the recorded information. Therefore, by the photodetector 14, the two-dimensional pattern of synthetic luminous intensity is detected, and, thereby, information is reproduced.

[0049] As shown in drawing 4 and drawing 5, with the optical information record regenerative apparatus concerning the gestalt of this operation, exposure of information light, the reference beam for record, and the reference beam for playback and collection of playback light are performed from the same field side of the information recording layer 3 so that information light, the reference beam for record, the reference beam for playback, and playback light may be arranged in same axle. Moreover, all of information light, the reference beam for record, and the reference beam for playback are converged so that it may become a minor diameter most in the same location. In addition, in drawing 4, although a cross section serves as a hemicycle-like light beam, since these constitute by one half of a light beam with a circular cross section, information light 23A and reference beam 23B for record which are irradiated by the information recording layer 3 are same axle-like.

[0050] Here, with reference to drawing 6, the above-mentioned playback light 36, the reference beam 37 for playback, and a synthetic light are explained in detail. In drawing 6, in the phase of the playback light 36, and (c), the reinforcement of the reference beam 37 for playback and (d) express the phase of the reference beam 37 for playback, and (e) expresses [(a) / the reinforcement of the playback light 36, and (b)] synthetic luminous intensity. As for drawing 6, the phase contrast over the 1st phase and criteria phase from which the phase contrast over a criteria phase is set to $+\pi/2$ (rad) the phase for every pixel of information light - The example of an about is shown when it is set as either of the 2nd phase used as $\pi/2$ (rad). Therefore, in the example shown in drawing 6, the phase for every pixel of the playback light 36 turns into the 1st phase or the 2nd phase like information light. Moreover, all the phases for every pixel of the reference beam 37 for playback are the 1st phase. If the reinforcement of the playback light 36 and the reinforcement of the reference beam 37 for playback were equal, as it was shown in drawing 6 (e), here by the pixel from which the phase of the playback light 36 turns into the 1st phase In the pixel from which synthetic luminous intensity becomes larger than the reinforcement of the playback light 36, and the reinforcement of the reference beam 37 for playback, and the phase of the playback light 36 turns into the 2nd phase, synthetic luminous intensity serves as zero theoretically.

[0051] Next, the relation between the phase of playback light and synthetic luminous intensity is explained in detail including the case where the phase of the case where the phase of information light is set as either of two values at the time of record, and information light is set as either of three

or more values.

[0052] A synthetic light piles up two light waves called playback light and the reference beam for playback. Therefore, when both the amplitude of playback light and the amplitude of the reference beam for playback are set to a_0 and phase contrast of playback light and the reference beam for playback is set to δ , synthetic luminous-intensity I is expressed with the following formula (1).

[0053]

$$I = 2a_0^2 + 2a_0^2 \cos \delta = 2a_0^2 (1 + \cos \delta)$$

$$= 4a_0^2 \cos^2 (\delta/2) \quad \text{-- (1)}$$

[0054] Without the phase of the reference beam for playback depending on a pixel, since it is fixed, an upper type shows that synthetic luminous-intensity I changes according to the phase of playback light. Moreover, it is from $+\pi/2$ (rad) about the phase of information light. - By $\pi/2$ (rad) of within the limits, if it is set as either of the n (n is two or more integers) values, synthetic luminous-intensity I will also become either of the n values.

[0055] Thus, by the optical information record approach concerning the gestalt of this operation, the information recorded on the information recording layer 3 with the interference pattern by interference with the information light and the reference beam for record by which the phase of light was spatially modulated based on the information to record is reproducible by detecting the two-dimensional pattern of the synthetic luminous intensity which piles up with playback light and the reference beam for playback, and is generated.

[0056] By the way, you may enable it to perform multiplex record by phase-encoding multiplex system, and informational playback by which multiplex record was carried out in this way with the gestalt of this operation using the reference beam for record and the reference beam for playback by which the phase was modulated spatially. Hereafter, with reference to drawing 7 thru/or drawing 9, the principle of record of the information in the case of performing multiplex record by phase-encoding multiplex system and a reproductive principle are explained.

[0057] First, with reference to drawing 7, the principle of record of the information in the case of performing multiplex record by phase-encoding multiplex system is explained. The part in an example of the record playback optical system in the optical information record regenerative apparatus concerning the gestalt of this operation is shown in drawing 7. The configuration of the optical system shown in drawing 7 is the same as that of drawing 4. In drawing 7, the phase and reinforcement of the incident light of the phase space optical modulator 13, the outgoing radiation light of the phase space optical modulator 13, the incident light of the objective lens 11 before a record medium 1 irradiates, and the return light from the record medium 1 reflected by half-reflector 12a of a beam splitter 12 are shown. How to express the phase of the light in drawing 7 and reinforcement is the same as that of drawing 4.

[0058] At the time of informational record, incidence of the parallel light 21 fixed [a phase and reinforcement] and coherent is carried out to the phase space optical modulator 13. A phase generates information light 22A modulated spatially by choosing the phase of outgoing radiation light from binary or three values or more for every pixel based on the information in the phase space optical modulator 13 on which while records half field 13A. In order to simplify explanation, here, field 13A The phase contrast over the 1st phase and criteria phase from which the phase contrast over a predetermined criteria phase is set to $+\pi/2$ (rad) for every pixel the phase of outgoing radiation light - The phase of light shall be spatially modulated by setting it as either of the 2nd phase used as $\pi/2$ (rad). On the other hand, field 13B of the one half of another side in the phase space optical modulator 13 generates reference beam 22B for record by which the phase was modulated spatially by choosing the phase of outgoing radiation light from binary or three values or more for every pixel. Here, in order to simplify explanation, field 13B shall modulate the phase of light spatially by setting the phase of outgoing radiation light to a criteria phase, the 1st phase, or the 2nd phase for every pixel.

[0059] Incidence of information light 22A and the reference beam 22B for record is carried out to a beam splitter 12, they turn into information light 23A and reference beam 23B for record to converge which a part passes half-reflector 12a, passes an objective lens 11 further, and converges, and are irradiated by the record medium 1. The information recording layer 3 is passed, it converges so that it may become a minor diameter most on the interface of the air gap layer 4 and the reflective film 5,

and information light 23A and reference beam 23B for record are reflected by the reflective film 5. Information light 24A after being reflected by the reflective film 5, and reference beam 24B for record become the light to diffuse, and pass the information recording layer 3 again.

[0060] In the information recording layer 3, while reference beam 24B for record after being reflected by information light 23A before being reflected by the reflective film 5, and the reflective film 5 interferes and forming an interference pattern, reference beam 23B for record before being reflected by information light 24A after being reflected by the reflective film 5, and the reflective film 5 interferes, and an interference pattern is formed. And these interference patterns are recorded in volume in the information recording layer 3.

[0061] Outgoing radiation of information light 24A after being reflected by the reflective film 5, and the reference beam 24B for record is carried out from a record medium 1, and they turn into information light 25A of parallel light, and reference beam 25B for record with an objective lens 11. Incidence of such light 25A and 25B is carried out to a beam splitter 12, a part is reflected by half-reflector 12a, and they is received by the photodetector 14.

[0062] Next, with reference to drawing 8, the principle of playback of the information in the case of performing multiplex record by phase-encoding multiplex system is explained. Drawing 8 shows the part in an example of the record playback optical system in the optical information record regenerative apparatus concerning the gestalt of this operation like drawing 7. Moreover, in drawing 8, the phase and reinforcement of the incident light of the phase space optical modulator 13, the outgoing radiation light of the phase space optical modulator 13, the incident light of the objective lens 11 before a record medium 1 irradiates, and the return light from the record medium 1 reflected by half-reflector 12a of a beam splitter 12 are shown. How to express the phase in drawing 8 and reinforcement is the same as that of drawing 7.

[0063] At the time of informational playback, incidence of the parallel light 31 fixed [a phase and reinforcement] and coherent is carried out to the phase space optical modulator 13. Field 13B of the one half in the phase space optical modulator 13 generates the reference beam 32B1 for playback by which the phase was modulated spatially by the same modulation pattern as reference beam 22B for record by choosing the phase of outgoing radiation light from binary or three values or more for every pixel. On the other hand, field 13A of the one half in the phase space optical modulator 13 By choosing the phase of outgoing radiation light from binary or three values or more for every pixel Reference beam 32 B-2 for playback by which the phase was spatially modulated by the pattern symmetrical with a point centering on the location of the optical axis of the optical system which irradiates the reference beam for record and the reference beam for playback at the information recording layer 3 is generated to the modulation pattern of the reference beam 32B1 for playback.

[0064] Incidence of these reference beams 32B1 for playback and 32 B-2 is carried out to a beam splitter 12, they turn into the reference beam 33B1 for playback and 33 B-2 which a part passes half-reflector 12a, passes an objective lens 11 further, and converges, and are irradiated by the record medium 1. The information recording layer 3 is passed, it converges so that it may become a minor diameter most on the interface of the air gap layer 4 and the reflective film 5, and the reference beam 33B1 for playback and 33 B-2 are reflected by the reflective film 5. The reference beam for playback after being reflected by the reflective film 5 turns into light to diffuse, and passes the information recording layer 3 again.

[0065] In the information recording layer 3, in the reflective film 5, while the playback light which advances to the opposite side occurs, the playback light which advances to the reflective film 5 side by reference beam 33 B-2 for playback after being reflected by the reflective film 5 occurs by reference beam 33 B-2 for playback before being reflected by the reflective film 5. In the reflective film 5, outgoing radiation of the playback light which advances to the opposite side is carried out as it is than a record medium 1, it is reflected by the reflective film 5 and outgoing radiation of the playback light which advances to the reflective film 5 side is carried out from a record medium 1. Both such playback light is expressed with a sign 34A1.

[0066] Moreover, in the information recording layer 3, by the reference beam 33B1 for playback before being reflected by the reflective film 5, in the reflective film 5, while the playback light which advances to the opposite side occurs, the playback light which advances to the reflective film 5 side by the reference beam 33B1 for playback after being reflected by the reflective film 5 occurs. In the

reflective film 5, outgoing radiation of the playback light which advances to the opposite side is carried out as it is than a record medium 1, it is reflected by the reflective film 5 and outgoing radiation of the playback light which advances to the reflective film 5 side is carried out from a record medium 1. Both such playback light is expressed with a sign 34A2.

[0067] On the other hand, it is reflected by the reflective film 5 and the reference beam 33B1 for playback turns into the playback light 34A1 and the reference beam 34B1 for playback which progresses in the same direction. Moreover, it is reflected by the reflective film 5 and reference beam 33 B-2 for playback turns into reference beam 34 B-2 for playback which progresses in the same direction as the playback light 34A2.

[0068] They carry out incidence to a beam splitter 12, such playback light 34A1, 34A2 and the reference beam 34B1 for playback, and 34 B-2 being used as the playback light 35A1 of parallel light, 35A2 and the reference beam 35B1 for playback, and 35 B-2 with an objective lens 11, and a part is reflected by half-reflector 12a, and they are received by the photodetector 14.

[0069] Each of playback light 35A1 and 35A2 becomes the light by which the phase was modulated spatially like the information light at the time of record. However, the playback light 35A1 and the modulation pattern of the phase of 35A2 serve as point symmetry mutually.

[0070] A synthetic light which the playback light 35A1 and the reference beam 35B1 for playback pile up and by which they are generated carries out incidence to the field of one half of a photodetector 14. A synthetic light which the playback light 35A2 and reference beam 35 B-2 for playback pile up and by which they are generated carries out incidence to the field of the one half of another side of a photodetector 14. Two kinds of such synthetic light [each of] turns into light by which reinforcement was modulated spatially corresponding to the recorded information. However, the modulation pattern of two kinds of synthetic luminous intensities serves as point symmetry mutually. Therefore, in a photodetector 14, information is reproducible by detecting the two-dimensional pattern of the reinforcement of either of two kinds of synthetic light. Here, information shall be reproduced by detecting the two-dimensional pattern of synthetic luminous intensity with which the playback light 35A1 and the reference beam 35B1 for playback pile up, and are generated.

[0071] Next, with reference to drawing 9, the above-mentioned playback light, the reference beam for playback, and a synthetic light are explained in detail. In drawing 9, in the phase of playback light, and (c), the reinforcement of the reference beam for playback and (d) express the phase of the reference beam for playback, and (e) expresses [(a) / playback luminous intensity and (b)] synthetic luminous intensity. Drawing 9 shows the example of an about, when the phase for every pixel of information light is set to the 1st phase or the 2nd phase and the phase for every pixel of the reference beam for record and the reference beam for playback is set to either a criteria phase, the 1st phase and the 2nd phase. In this case, the phase for every pixel of playback light turns into the 1st phase or the 2nd phase like information light. Therefore, the phase contrast of playback light and the reference beam for playback becomes zero, $\pi/2$ (rad), or π (rad). If playback luminous intensity and the reinforcement of the reference beam for playback are equal, as shown in drawing 9 (e) here, synthetic luminous intensity The phase contrast of playback light and the reference beam for playback becomes the largest in the pixel used as zero. the phase contrast of playback light and the reference beam for playback -- π (rad) -- by the pixel, phase contrast is set to one half of the reinforcement in the pixel used as zero by the pixel from which it becomes zero theoretically and the phase contrast of playback light and the reference beam for playback is set to $\pi/2$ (rad). At drawing 9 (e), the reinforcement in the pixel from which phase contrast is set to π (rad) is expressed with "0", the reinforcement in the pixel from which phase contrast is set to $\pi/2$ (rad) is expressed with "1", and the reinforcement in the pixel from which phase contrast serves as zero is expressed with "2."

[0072] In the example shown in drawing 7 thru/or drawing 9, the reinforcement for every pixel of a synthetic light becomes three values. And for example, reinforcement "0" makes 2-bit data "00" correspond, it can make reinforcement "1" able to respond to 2-bit data "01", and reinforcement "2" can make it correspond to 2-bit data "10", as shown in drawing 9 (e). Thus, in the example shown in drawing 7 thru/or drawing 9, making playback luminous intensity and a phase the same compared with the case where the reinforcement for every pixel of a synthetic light becomes binary like the

example shown in drawing 4 thru/or drawing 6 , the amount of information which a synthetic light supports can be made to be able to increase, consequently the recording density of a record medium 1 can be raised.

[0073] When phase contrast of playback light and the reference beam for playback is set to delta, synthetic luminous-intensity I is expressed with the above-mentioned formula (1). A formula (1) shows that synthetic luminous-intensity I changes according to the phase contrast of playback light and the reference beam for playback. Therefore, if it is made for the absolute value of the phase contrast of playback light and the reference beam for playback, i.e., the absolute value of the phase contrast of information light and the reference beam for playback, to turn into n (for n to be two or more integers) value from zero within the limits of π (rad), synthetic luminous-intensity I will also become an n value.

[0074] By the way, in recording information on the information recording layer 3 of a record medium 1 as mentioned above using the information light by which the phase was modulated spatially, and the reference beam for record by which the phase was modulated spatially, based on the information which should be recorded, and the modulation pattern of the phase of the reference beam for record used in case the information is recorded, it determines the modulation pattern of the phase of information light. This is explained in detail with reference to drawing 9 . Since the information recorded on the information recording layer 3 is reproduced based on the pattern of synthetic luminous intensity, the information which should be recorded is changed into the data of the pattern of desired synthetic luminous intensity as shown in drawing 9 (e). The modulation pattern of the phase of the reference beam for record is the same as the modulation pattern of the phase of the reference beam for playback as shown in drawing 9 (d). It is determined that it is the same as the modulation pattern of the phase of a desired playback light as shown in drawing 9 (b), and that the modulation pattern of the phase of information light will turn into a modulation pattern symmetrical with a point by the phase-operation using the data of the pattern of desired synthetic luminous intensity as shown in drawing 9 (e), and the data of the modulation pattern of the phase of the reference beam for playback as shown in drawing 9 (d), and the reference beam for record.

[0075] As opposed to the information recording layer 3 on which information was recorded using the information light and the reference beam for record as which the modulation pattern of a phase was determined as mentioned above If the reference beam for record as shown in drawing 9 (d), and the reference beam for playback which has the modulation pattern of the same phase are irradiated, a synthetic light which has the pattern of reinforcement as shown in drawing 9 (e) will be obtained, and the information recorded on the information recording layer 3 will be reproduced based on the pattern of this synthetic luminous intensity.

[0076] You may make it create the modulation pattern of the phase of the reference beam for record, and the reference beam for playback based on the information on the proper of the individual who becomes a user. As information on an individual proper, there is a pattern of a personal identification number, a fingerprint, a voiceprint, and the iris etc. When it does in this way, it enables only the specific individual who recorded information on the record medium 1 to reproduce the information.

[0077] As explained above, it becomes possible to perform multiplex record by phase-encoding multiplex system, and informational playback by which multiplex record was carried out in this way by using the reference beam for record and the reference beam for playback by which the phase was modulated spatially.

[0078] Next, with reference to drawing 10 , the record playback optical system established in the optical head 40 is explained. Drawing 10 is the sectional view showing the optical head 40. As shown in drawing 10 , the optical head 40 has the head body 41 which contained each element mentioned later. While semiconductor laser 43 is being fixed through susceptor 42, the phase space optical modulator 44 and photodetector 45 of a reflective mold are being fixed to the pars basilaris ossis occipitalis within this head body 41. The micro-lens array 46 is attached in the light-receiving side of a photodetector 45. Moreover, the prism block 48 is established above the phase space optical modulator 44 and the photodetector 45 in the head body 41. The collimator lens 47 is formed near the edge by the side of the semiconductor laser 43 of the prism block 48. Moreover, opening is formed in the field which counters the record medium 1 of the head body 41, and the objective lens 11 is formed in this opening. The quadrant wavelength plate 49 is formed between this objective lens

11 and the prism block 48.

[0079] The phase space optical modulator 44 has the pixel of a large number arranged in the shape of a grid, and can modulate the phase of light now, spatially by setting the phase of outgoing radiation light as either of two values from which only π (rad) differs mutually for every pixel. The phase space optical modulator 44 rotates the 90 degrees of the polarization directions of outgoing radiation light to the polarization direction of incident light further. As a phase space optical modulator 44, the liquid crystal device of a reflective mold can be used, for example.

[0080] A photodetector 45 has the pixel of a large number arranged in the shape of a grid, and can detect now the luminous intensity which received light for every pixel. Moreover, the micro-lens array 46 has two or more micro lenses arranged in the location which counters the light-receiving side of each pixel of a photodetector 45.

[0081] As a photodetector 45, a CCD mold solid state image sensor and an MOS mold solid state image sensor can be used. Moreover, an MOS mold solid state image sensor and a digital disposal circuit may use the smart photosensor (for example, refer to reference "O plus E, September, 1996, and No.202 and the 93-99th page".) accumulated on 1 chip as a photodetector 45. This smart photosensor has a large transfer rate, and since it has a high-speed calculation function, it becomes possible [high-speed playback being attained, for example, reproducing at the transfer rate of G bit-per-second order] by using this smart photosensor.

[0082] The prism block 48 has polarization beam splitter side 48a and reflector 48b. Polarization beam splitter side 48a is arranged among polarization beam splitter side 48a and reflector 48b at collimator lens 47 approach. The 45 degrees of the direction of a normal are both leaned to the direction of an optical axis of a collimator lens 47, and polarization beam splitter side 48a and reflector 48b are arranged in parallel mutually.

[0083] The phase space optical modulator 44 is arranged in the location of the lower part of polarization beam splitter side 48a, and the photodetector 45 is arranged in the location of the lower part of reflector 48b. Moreover, the quadrant wavelength plate 49 and the objective lens 11 are arranged in the upper location of polarization beam splitter side 48a. In addition, a collimator lens 47 and an objective lens 11 may be hologram lenses.

[0084] Polarization beam splitter side 48a of the prism block 48 separates the optical path of the return light from the record medium 1 after passing the optical path and the quadrant wavelength plate 49 of the information light before passing the quadrant wavelength plate 49, the reference beam for record, and the reference beam for playback by the difference in the polarization direction so that it may explain in detail later.

[0085] The prism block 48 in drawing 10, the phase space optical modulator 44, and a photodetector 45 are equivalent to the beam splitter 12 in drawing 4 etc., the phase space optical modulator 13, and a photodetector 14, respectively.

[0086] Next, an operation of the record playback optical system at the time of informational record is explained. Semiconductor laser 43 carries out outgoing radiation of the light of coherent S polarization. In addition, S polarization is the linearly polarized light with the polarization direction perpendicular to plane of incidence (drawing 10 space to kick), and P polarization mentioned later is the linearly polarized light with the polarization direction parallel to plane of incidence.

[0087] The laser beam of S polarization by which outgoing radiation was carried out from semiconductor laser 43 is made into parallel light, and carries out incidence to polarization beam splitter side 48a of the prism block 48, it is reflected by the collimator lens 47 by this polarization beam splitter side 48a, and incidence of it is carried out to the phase space optical modulator 44 by it. In the field of one one half, the outgoing radiation light of the phase space optical modulator 44 turns into information light by which the phase of light was spatially modulated based on the information to record, and turns into a reference beam for record by which the reference beam for record or phase with the same phase of outgoing radiation light was spatially modulated about all pixels in the field of the one half of another side. Moreover, the 90 degrees of the polarization directions rotate and the outgoing radiation light of the phase space optical modulator 44 turns into light of P polarization.

[0088] Since the information light and the reference beam for record which are the outgoing radiation light of the phase space optical modulator 44 are P polarization, they penetrate polarization beam splitter side 48a of the prism block 48, pass the quadrant wavelength plate 49, and turn into

light of the circular polarization of light. It is condensed with an objective lens 11 and this information light and the reference beam for record are irradiated by the record medium 1. The information recording layer 3 is passed, it converges so that it may become a minor diameter most on the interface of the air gap layer 4 and the reflective film 5, and this information light and the reference beam for record are reflected by the reflective film 5. Information light and the reference beam for record after being reflected by the reflective film 5 turn into light to diffuse, and pass the information recording layer 3 again. If the output of semiconductor laser 43 is set as the high power for record, the interference pattern by interference with information light and the reference beam for record will be recorded on the information recording layer 3.

[0089] With an objective lens 11, return light from a record medium 1 is made into parallel light, passes the quadrant wavelength plate 49, and turns into light of S polarization. It is reflected by polarization beam splitter side 48a of the prism block 48, and is further reflected by reflector 48b, and incidence of this return light is carried out to a photodetector 45 through the micro-lens array 46.

[0090] In the period by which the light beam from an objective lens 11 passes through the address servo field 6 of a record medium 1 at the time of informational record, while the output of semiconductor laser 43 is set as the low-power output for playback, the phase space optical modulator 44 carries out outgoing radiation of the light with the same phase about all pixels, without modulating the phase of light. Based on the output of the photodetector 45 at this time, a basic clock, address information, a focal error signal, and tracking error information can be acquired.

[0091] Next, an operation of the record playback optical system at the time of informational playback is explained. At the time of informational playback, the output of semiconductor laser 43 is set as the low-power output for playback. The laser beam of S polarization by which outgoing radiation was carried out from semiconductor laser 43 is made into parallel light, and carries out incidence to polarization beam splitter side 48a of the prism block 48, it is reflected by the collimator lens 47 by this polarization beam splitter side 48a, and incidence of it is carried out to the phase space optical modulator 44 by it. The outgoing radiation light of the phase space optical modulator 44 turns into a reference beam for playback by which the reference beam for playback or phase with the same phase of outgoing radiation light was spatially modulated about all pixels. Moreover, the 90 degrees of the polarization directions rotate and the outgoing radiation light of the phase space optical modulator 44 turns into light of P polarization.

[0092] Since the reference beam for playback which is the outgoing radiation light of the phase space optical modulator 44 is P polarization, it penetrates polarization beam splitter side 48a of the prism block 48, passes the quadrant wavelength plate 49, and turns into light of the circular polarization of light. It is condensed with an objective lens 11 and this reference beam for playback is irradiated by the record medium 1. The information recording layer 3 is passed, it converges so that it may become a minor diameter most on the interface of the air gap layer 4 and the reflective film 5, and this reference beam for playback is reflected by the reflective film 5. The reference beam for playback after being reflected by the reflective film 5 turns into light to diffuse, and passes the information recording layer 3 again. By the reference beam for playback, playback light is generated from the information recording layer 3.

[0093] The return light from a record medium 1 contains playback light and the reference beam for playback. With an objective lens 11, this return light is made into parallel light, passes the quadrant wavelength plate 49, and turns into light of S polarization. It is reflected by polarization beam splitter side 48a of the prism block 48, and is further reflected by reflector 48b, and incidence of this return light is carried out to a photodetector 45 through the micro-lens array 46. Based on the output of this photodetector 45, the information recorded on the record medium 1 is reproducible.

[0094] The light beam from an objective lens 11 can acquire a basic clock, address information, a focal error signal, and tracking error information based on the output of a photodetector 45 in the period which passes through the address servo field 6 of a record medium 1 at the time of informational playback.

[0095] In addition, the phase space optical modulator 44 may not rotate the polarization direction of light. In this case, polarization beam splitter side 48a of the prism block 48 in drawing 10 is changed into a half-reflector. Or a quadrant wavelength plate is formed between the prism block 48 and the

phase space optical modulator 44, incidence is carried out to the phase space optical modulator 44, the light of the circular polarization of light from the phase space optical modulator 44 is changed [the light of S polarization from the prism block 48 is changed into the light of the circular polarization of light with a quadrant wavelength plate,] into the light of P polarization with a quadrant wavelength plate, and you may make it make polarization beam splitter side 48a penetrate. Moreover, the constituted thing which adjusted the location of a reflector for every pixel about the travelling direction of incident light for example, not only using a thing but using the micro mirror device using liquid crystal as a phase space optical modulator which can set the phase of outgoing radiation light as either of three or more values for every pixel may be used.

[0096] Next, with reference to drawing 11 , an example of the generation method of the focal error information in the gestalt of this operation is explained. Drawing 11 is the explanatory view showing the profile of the incident light in the light-receiving side of a photodetector 45. In the generation method of the focal error information in this example, as it is the following, focal error information is generated based on the magnitude of the profile of the incident light in the light-receiving side of a photodetector 45. First, the profile of the incident light in the light-receiving side of a photodetector 45 shall turn into a profile shown with the sign 60 in drawing 11 in the focus condition converged so that the light beam from an objective lens 11 may become a minor diameter most on the interface of the air gap layer 4 in a record medium 1, and the reflective film 5. When the location where the light beam from an objective lens 11 serves as a minor diameter most shifts to a near side rather than the interface of the air gap layer 4 and the reflective film 5, a path becomes small as the sign 61 showed the profile of the incident light in the light-receiving side of a photodetector 45 in drawing 11 . On the contrary, when the location where the light beam from an objective lens 11 serves as a minor diameter most shifts to a back side rather than the interface of the air gap layer 4 and the reflective film 5, a path becomes large as the sign 62 showed the profile of the incident light in the light-receiving side of a photodetector 45 in drawing 1111 . Therefore, a focal error signal can be obtained by detecting the signal according to change of the path of the profile of the incident light in the light-receiving side of a photodetector 45 on the basis of a focus condition. Specifically, a focal error signal is generable based on the number of increase and decrease of the pixel corresponding to the bright section in the light-receiving side of a photodetector 45 on the basis of a focus condition.

[0097] With the gestalt of this operation, based on a focal error signal, the location of the optical head body 41 about a perpendicular direction is adjusted to a record medium 1, and a focus servo is performed so that a light beam may always be in a focus condition. In addition, in case a light beam passes through the information record section 7, a focus servo is not performed but the condition at the time of the last address servo field 6 passage is held.

[0098] Next, with reference to drawing 12 and drawing 13 , an example of the generation method of tracking error information and the approach of a tracking servo in the gestalt of this operation is explained. In this example, as positioning information used for a tracking servo, as shown in drawing 12 (a), two pit 71A, one pit 71B, and one pit 71C are formed in the address servo field 6 of a record medium 1 sequentially from the near side of the travelling direction of a light beam 72 along the truck 70. Two pit 71A is arranged across the truck 70 in the symmetric position in the location shown with Sign A in drawing 12 . Pit 71B is arranged in the location which shifted to one side to the truck 70 in the location shown with Sign B in drawing 12 . Pit 71C is arranged in the location shown with Sign C in drawing 12 in the location which shifted from pit 71B to the opposite side to the truck 70.

[0099] As shown in drawing 12 (a), when a light beam 72 advances a truck 70 top correctly, the total light income of the photodetector 45 at the time of a light beam 72 passing through each locations A, B, and C came to be shown in drawing 12 (b). That is, the light income at the time of location A passage is the largest, and the light income at the time of location B passage and the light income at the time of location C passage become it is equal and smaller than the light income at the time of location A passage mutually.

[0100] On the other hand, as shown in drawing 13 (a), when a light beam 72 shifts to pit 71C approach and advances to a truck 70, the total light income of the photodetector 45 at the time of a light beam 72 passing through each locations A, B, and C came to be shown in drawing 13 (b). That is, the light income at the time of location A passage is the largest, then the light income at the time

of location C passage is large, and the light income at the time of location B passage becomes the smallest. The absolute value of the difference of the light income at the time of location B passage and the light income at the time of location C passage becomes so large that the amount of gaps from the truck 70 of a light beam 72 becomes large.

[0101] In addition, although not illustrated, when a light beam 72 shifts to pit 71B approach and advances to a truck 70, the light income at the time of location A passage is the largest, then the light income at the time of location B passage is large, and the light income at the time of location C passage becomes the smallest. The absolute value of the difference of the light income at the time of location B passage and the light income at the time of location C passage becomes so large that the amount of gaps from the truck 70 of a light beam 72 becomes large.

[0102] The difference of the light income at the above thing to the time of location B passage and the light income at the time of location C passage shows the direction and magnitude of a gap of the light beam 72 to a truck 70. Therefore, the difference of the light income at the time of location B passage and the light income at the time of location C passage can be made into a tracking error signal. Pit 71A becomes the criteria of the timing which detects the light income at the time of location B passage, and the light income at the time of location C passage.

[0103] As the tracking servo in this example is the following, specifically, it is performed. First, the timing to which the total light income of a photodetector 45 reaches a peak first, i.e., the timing at the time of location A passage, is detected. Next, the timing at the time of location B passage and the timing at the time of location C passage are predicted on the basis of the timing at the time of location A passage. Next, the light income at the time of location B passage and the light income at the time of location C passage are detected to each predicted timing. Finally, the difference of the light income at the time of location B passage and the light income at the time of location C passage is detected, and this is made into a tracking error signal. And based on a tracking error signal, a tracking servo is performed so that a light beam 72 may always follow a truck 70. In addition, in case a light beam 72 passes through the information record section 7, a tracking servo is not performed but the condition at the time of the last address servo field 6 passage is held.

[0104] In addition, for example, not only the above-mentioned approach but the push pull method may be used for the generation method of tracking error information and the approach of a tracking servo in the gestalt of this operation. In this case, the pit train of the single tier which met in the direction of a truck is formed in the address servo field 6 as positioning information used for a tracking servo, change of the configuration of the incident light in the light-receiving side of a photodetector 45 is detected, and tracking error information is generated.

[0105] Next, drawing 14 is referred to and actuation of the optical head 40 at the time of informational record is explained. Drawing 14 shows the motion of the exposure location 101 of a motion and information light of the truck TR at the time of informational record, and the reference beam for record. In drawing 14, Notation R expresses the migration direction of a record medium 1. In addition, although the exposure location 101 is expressed with drawing 14 that it does not lap with Truck TR for convenience, the exposure location 101 laps with Truck TR in fact.

[0106] With the gestalt of this operation, as shown in drawing 14 (a), before recording information on the information record section 7 of a record medium 1, the exposure location 101 is moved to an opposite direction (henceforth the progress direction) with the migration direction R of a record medium 1 rather than a neutral location. In that case, the exposure location 101 passes through the address servo field 6, and the information recorded on the address servo field 6 is detected by the optical head 40.

[0107] Next, if the exposure location 101 arrives at the edge E1 of the successive range of the progress direction as shown in drawing 14 (b), the exposure location 101 will be shortly moved in the migration direction R of a record medium 1 (henceforth the direction of delay). Immediately after migration starting to the direction of delay of the exposure location 101, the passing speed of the exposure location 101 is smaller than the passing speed of the information record section 7 of the request which should record information. Therefore, the exposure location 101 laps with the desired information record section 7 soon.

[0108] If the exposure location 101 laps with the desired information record section 7 as shown in drawing 14 (c), the passing speed of the exposure location 101 will be adjusted so that it may

become equal to the passing speed of the information record section 7. Thereby, the exposure location 101 is moved so that the exposure location 101 may follow the desired information record section 7.

[0109] Next, if the exposure location 101 arrives at the edge E2 of the successive range of the direction of delay as shown in drawing 14 (d), the exposure location 101 will be again moved in the progress direction, and actuation shown in drawing 14 (a) will be performed. Thus, actuation shown in drawing 14 R> 4 (a) - (d) is performed repeatedly.

[0110] As mentioned above, with the gestalt of this operation, the exposure location 101 is moved so that the exposure location 101 of information light and the reference beam for record may follow a predetermined period and one information record section 7 where it moves. Thereby, it is continued by irradiating a predetermined period and one information record section 7 information light and the reference beam for record, and information is recorded on this information record section 7 with the interference pattern by interference with information light and the reference beam for record. The period when the exposure location 101 follows the information record section 7 is hereafter called flattery period, and other periods are called catch-up period.

[0111] Drawing 15 is the system of coordinates which made the axis of abscissa the location absolutely and made the axis of ordinate time amount, and expresses a motion of the above-mentioned exposure location 101. The notations R, E1, and E2 in drawing 15 express the edge of the successive range of the migration direction of a record medium 1, and the progress direction of the exposure location 101, and the edge of the successive range of the direction of delay of the exposure location 101 like old explanation. Moreover, in drawing 15, a flattery period is expressed and, as for the notation T1, the notation T2 expresses the catch-up period.

[0112] As shown in drawing 15, with the gestalt of this operation, in the flattery period T1, it is continued by irradiating one information record section 7 information light and the reference beam for record, and, thereby, the hologram which supported the interference pattern by interference with information light and the reference beam for record, i.e., information, is formed in the information record section 7. In drawing 15, notations H1-H6 express the hologram recorded on this sequence.

[0113] By the way, migration of the exposure location 101 is performed by moving the head body 41 containing the objective lens 11 which is the outgoing radiation location of information light and the reference beam for record in the direction which meets a truck mostly. Here, an example of change of the driver voltage to change of the location of an objective lens 11 and the coils 155-158 for moving the head body 41 in the direction which meets a truck mostly is shown in drawing 16. In drawing 16, (a) shows change of the location of an objective lens 11, and (b) shows change of driver voltage.

[0114] In the example shown in drawing 16 (a), an objective lens 11 moves by the flattery period T1 at a fixed rate equal to the passing speed of the information record section 7. moreover, the passing speed of the information record section 7 if an objective lens 11 starts migration in the progress direction and arrives at the edge of the successive range of the progress direction, after it stops temporarily in the catch-up period T2 in the location of the edge of the successive range of the direction of delay, after stopping temporarily in the location -- being also small -- it is a rate and migration is started in the direction of delay.

[0115] In the example shown in drawing 16 (b), driver voltage gives the force which moves in the progress direction to the head body 41 at the time of a forward value, and gives the force which moves in the direction of delay to the head body 41 at the time of a negative value.

[0116] Next, with reference to drawing 17, how to double the exposure location 101 of information light and the reference beam for record with the location of the desired information record section 7 is explained. In drawing 17, (c) shows three trucks TR1, TR2, and TR3. In each truck, four information record sections 7 are formed between two adjacent address servo fields 6. Notations a, b, c, and d express the location of these four information record sections 7 in drawing 17 (c).

[0117] In drawing 17, (d) and (e) express the locus of the exposure location 101 of the information light at the time of recording in trucks TR1 and TR2, respectively, and the reference beam for record. In drawing 17 (d) and (e), an axis of abscissa expresses the relative position of the exposure location 101 to the truck shown in drawing 17 (c), and the axis of ordinate expresses time amount. With the gestalt of this operation, in the catch-up period T2, the exposure location 101 passes through the

address servo field 6, and the information recorded on the address servo field 6 is detected by the optical head 40. And based on the detection output of this optical head 40, the address of the information record section 7 which exists by the controller 90 in drawing 2 between the address servo field 6 through which the exposure location 101 passed, and the next address servo field 6 is recognized. Moreover, in case the exposure location 101 passes through the address servo field 6, a basic clock is generated based on the detection output of the optical head 40.

[0118] A controller 90 chooses the information record section 7 which should record information from four information record sections 7 which exist between two adjacent address servo fields 6. The location of a-d in the location of four information record sections 7 which exist between two adjacent address servo fields 6, i.e., drawing 17, (c) can be pinpointed by the time amount expressed using the above-mentioned basic clock. A controller 90 doubles the exposure location 101 with the location of the information record section 7 by changing the profile of driver voltage as shown in drawing 16 according to the location of the information record section 7 which should record information.

[0119] With the gestalt of this operation, as shown in drawing 17 (d) and (e), record of the information in a predetermined truck is performed as follows. First, while a record medium 1 rotates one time, in one truck, information is recorded on each information record section 7 which exists in the location of a in drawing 17 (c). Between the next 1 rotations, information is recorded on each information record section 7 which exists in the location of b in drawing 17 (c) in the same truck. Hereafter, similarly, between the next 1 rotations, in the same truck, information is recorded on each information record section 7 which exists in the location of c in drawing 17 (c), and information is recorded on each information record section 7 which exists in the location of d in drawing 17 (c) in the still more nearly same truck among the following one rotation. Thus, if record of the information over each information record section 7 which exists in all the locations of a-d in one truck is completed, same record will be performed in the next truck. In addition, the locus of the exposure location 101 for every rotation of a record medium 1 is packed in the direction of a time-axis, and is expressed with drawing 17 (d) and (e).

[0120] By the way, in the catch-up period T2, the relative velocity of the exposure location 101 to a record medium 1 (address servo field 6) changes in order of an increment, regularity, and reduction. When detecting the information recorded on the address servo field 6 only in a period when the relative velocity of the exposure location 101 is fixed, the die length of the pit recorded on the address servo field 6 and die length between two adjoining pits can be made into the integral multiple of the die length of criteria. However, the die length of the address servo field 6 can seldom be enlarged in this case.

[0121] It becomes possible to be able to enlarge the die length of the address servo field 6, and to record much information by the address servo field 6 not only in a period when the relative velocity of the exposure location 101 is fixed but in the period when the relative velocity of the exposure location 101 increases or decreases, if it enables it to detect the information recorded on the address servo field 6. However, in this case, even if the die length of a pit and the die length between two adjoining pits are fixed, according to the relative velocity of the exposure location 101, the time amount of the pit in the detection output of the optical head 40 and the time amount between pits change. Therefore, in order to generate an exact basic clock or to recognize correctly the information recorded on the address servo field 6, a certain cure is needed. Hereafter, two examples of such a cure are explained.

[0122] As shown in drawing 17 (a), the 1st cure changes the die length used as the criteria of the die length of the pit P recorded on the address servo field 6, or the die length between two adjoining pits P so that it may be proportional to the relative velocity of the exposure location 101. In addition, in drawing 17 (a), a central pit is a special pit expressed to the location of the center of the address servo field 6.

[0123] As the 2nd cure was shown in drawing 17 (b), the die length used as the criteria of the die length of the pit P recorded on the address servo field 6 or the die length between two adjoining pits P changes the time amount of the pit in the detection output of the optical head 40, and the time amount between pits into the die length of an actual pit, or the die length between pits in the digital disposal circuit 89 in drawing 2, without changing.

[0124] Drawing 18 shows the example of change of the die length of the pit at the time of adopting the 1st above-mentioned cure. In drawing 18, an axis of ordinate expresses the relative velocity of the exposure location 101 to a record medium 1 (address servo field 6), and the axis of abscissa expresses time amount. Moreover, in drawing 18, signs P1-P8 express the pit in each timing. In addition, pits P1-P8 shall be judged to be the same die length by the signal-processing top. In addition, in drawing 18, Notation LP expresses change of the output of semiconductor laser 43. As the 1st cure, the die length of pits P1-P8 is proportional to the relative velocity of the exposure location 101. Thereby, the time amount of the pits P1-P8 in the detection output of the optical head 40 becomes fixed. Therefore, when the 1st cure is adopted, from the time amount of the pit in the detection output of the optical head 40, or the time amount between pits, the die length of a pit and the die length between pits can be recognized as it is, and the information recorded on the address servo field 6 can be recognized.

[0125] Drawing 19 shows the example of change of the time amount of the pit at the time of adopting the 2nd above-mentioned cure, and the time amount between pits. Drawing 19 shows the case where the exposure location 101 passes a pit train with fixed die length of a pit and die length between pits, in the period when the relative velocity of the exposure location 101 decreases. In drawing 19, (a) shows the regenerative signal RF outputted from the detector 85 in drawing 2, and (b) shows the system clock used with an optical information record regenerative apparatus. Moreover, in (a), a high-level period is equivalent to the period of a pit, and the period of a low level is equivalent to the period between two adjoining pits. As shown in drawing 19 (a), even when the die length of a pit and the die length between pits are fixed, in the period when the relative velocity of the exposure location 101 decreases, the time amount of the pit in a regenerative signal RF and the time amount between pits increase gradually. The digital disposal circuit 89 in drawing 2 acquires the information on the relative velocity of the exposure location 101 from a controller 90, applies the relative velocity of the exposure location 101 to the time amount of the pit in a regenerative signal RF, or the time amount between pits, and asks them for the die length of a pit, or the die length between pits. Thus, the die length of the pit called for by count and the die length between pits are in agreement with the die length of an actual pit, or the die length between pits. Therefore, when the 2nd cure is adopted, the information recorded on the address servo field 6 can be recognized using the die length of the pit called for by count, or the die length between pits.

[0126] As explained above, with the gestalt of this operation, the exposure location of information light and the reference beam for record is moved so that the exposure location of information light and the reference beam for record may follow a predetermined period and one information record section 7 where it moves. Thereby, it is continued by irradiating a predetermined period and one information record section 7 information light and the reference beam for record. Therefore, according to the gestalt of this operation, only sufficient time amount to record information on the information record section 7 becomes possible [irradiating information light and the reference beam for record in the information record section 7], without producing the gap with the exposure location of the information record section 7, information light, and the reference beam for record. Consequently, according to the gestalt of this operation, it becomes possible to record information on each information record section 7 using holography, rotating the record medium 1 which has two or more information record sections 7 using the semiconductor laser 43 which is the practical light source.

[0127] Moreover, with the gestalt of this operation, the address servo field 6 is established in the record medium 1. The positioning information for doubling the exposure location of the information light to the address information and each information record section 7 for identifying each information record section 7, the reference beam for record, and the reference beam for playback is recorded on the address servo field 6. An optical information record regenerative apparatus detects the address information recorded on the address servo field 6, and identifies each information record section 7. Therefore, according to the gestalt of this operation, it becomes possible to identify each information record section 7 easily. Moreover, an optical information record regenerative apparatus detects the positioning information recorded on the address servo field 6, and doubles the exposure location of information light, the reference beam for record, and the reference beam for playback to each information record section 7. Therefore, according to the gestalt of this operation, it becomes

possible to double easily the exposure location of information light, the reference beam for record, and the reference beam for playback to each information record section 7.

[0128] Moreover, with the gestalt of this operation, the information light and the reference beam for record by which the phase of light was spatially modulated based on the information to record at the time of informational record are irradiated at the information recording layer 3 of a record medium 1, and information is recorded on the information recording layer 3 with the interference pattern by interference with information light and the reference beam for record. Moreover, at the time of informational playback, the reference beam for playback is irradiated at the information recording layer 3, the playback light and the reference beam for playback which are generated from the information recording layer 3 by this are piled up, a synthetic light is generated, this synthetic light is detected, and information is reproduced.

[0129] Therefore, according to the gestalt of this operation, it is not necessary to separate playback light and the reference beam for playback at the time of informational playback. Therefore, at the time of informational record, it is not necessary to carry out incidence of information light and the reference beam for record to a record medium so that a predetermined include angle may be made mutually. With the gestalt of this operation, exposure of information light, the reference beam for record, and the reference beam for playback and collection of playback light are actually performed from the same field side of the information recording layer 3 so that information light, the reference beam for record, the reference beam for playback, and playback light may be arranged in same axle. Therefore, according to the gestalt of this operation, the optical system for record and playback can be constituted small.

[0130] Moreover, by the conventional playback approach, in order to separate playback light and the reference beam for playback and to detect only playback light, after carrying out incidence also of the reference beam for playback to the photodetector which detects playback light, there was a trouble that the SN ratio of playback information deteriorated. On the other hand, with the gestalt of this operation, since information is reproduced using playback light and the reference beam for playback, it is not said by the reference beam for playback that the SN ratio of playback information deteriorates. Therefore, according to the gestalt of this operation, the SN ratio of playback information can be raised.

[0131] Moreover, since it was made according to the gestalt of this operation to be completed by information light, the reference beams for record, and all the reference beams for playback so that it may be arranged in same axle and may become a minor diameter most in the same location, the configuration of the optical system for record and playback can be simplified.

[0132] The optical information record regenerative apparatus concerning [the gestalt of the 2nd operation], next the gestalt of operation of the 2nd of this invention is explained. Drawing 20 is the top view showing the drive of the optical head in the optical information record regenerative apparatus concerning the gestalt of this operation. The gestalt of this operation differs from the gestalt of the 1st operation of the drive of an optical head.

[0133] The optical head 40 in the gestalt of this operation has a fixed part 201, the 1st moving part 202, and the 2nd moving part 203. The fixed part 201 is being fixed to the body of an optical information record regenerative apparatus. Two rails 221 prolonged in radial [of a record medium 1] (the vertical direction in drawing 20) are attached in the body of an optical information record regenerative apparatus. The 1st moving part 202 is supported by radial [of a record medium 1] movable with these two rails 221. Moreover, the optical head 40 has the linear motor 222 made to move the 1st moving part 202 to radial [of a record medium 1] to the body of an optical information record regenerative apparatus.

[0134] Two rails 231 prolonged in the tangential direction (longitudinal direction in drawing 20) of a truck are attached in the 1st moving part 202. The 2nd moving part 203 is supported by the tangential direction of a truck movable with these two rails 231. Moreover, the optical head 40 has the linear motor 232 made to move the 2nd moving part 203 to the tangential direction of a truck to the 1st moving part 202.

[0135] The support plate 204 which supports an objective lens 11 movable in the direction (direction which intersects perpendicularly with the space in drawing 20) perpendicular to the field of a record medium 1 is attached in the 2nd moving part 203. Moreover, the optical head 40 has the actuator 241

made to move an objective lens 11 in the direction perpendicular to the field of a record medium 1 to the 2nd moving part 203.

[0136] With the optical head 40 in the gestalt of this operation, among record playback optical system, an objective lens 11 is attached in a support plate 204, and other most are prepared in the fixed part 201. While leading the light LB from the optical system prepared in the fixed part 201 to an objective lens 11, the optical system for junction for leading the light which carried out incidence to the objective lens 11 from the record-medium 1 side to the optical system established by the fixed part 201 is prepared for the 1st moving part 202 and 2nd moving part 203. It is fixed to the 1st moving part 202 by drawing 20, and the mirror 223 which makes a part of optical system for junction is shown in it.

[0137] With the optical head 40 in the gestalt of this operation, with an actuator 241, the location of an objective lens 11 can be changed in the direction perpendicular to the field of a record medium 1, and, thereby, a focus servo can be carried out to it. Moreover, with the optical head 40, with a linear motor 222, the location of an objective lens 11 can be changed to radial [of a record medium 1], and, thereby, access and the tracking servo to a desired truck can be carried out to it. Moreover, with the optical head 40, the location of an objective lens 11 can be changed with a linear motor 232 in the tangential direction of a truck, i.e., the direction which meets a truck mostly. Thereby, control which the exposure location of information light and the reference beam for record is made to follow to the information record section 7 can be performed. A linear motor 232 corresponds to the exposure impaction efficiency means in this invention.

[0138] An actuator 241 is driven by the focus servo circuit 86 in drawing 2. A linear motor 222 is driven by the tracking servo circuit 87 and the slide servo circuit 88 in drawing 2. Moreover, a linear motor 232 is driven by the follow-up control circuit 94 in drawing 2.

[0139] In addition, with the gestalt of this operation, since the optical head 40 has the function of the driving gear 84 in drawing 2, this driving gear 84 is not formed. Moreover, with the gestalt of this operation, it does not have the function which amends the relative inclination of a record medium 1 and the optical head 40, and the inclination amendment circuit 93 in drawing 2 is not formed.

[0140] The configuration of others in the gestalt of this operation, an operation, and effectiveness are the same as the gestalt of the 1st operation.

[0141] The optical information record regenerative apparatus concerning [the gestalt of the 3rd operation], next the gestalt of operation of the 3rd of this invention is explained. Drawing 21 is the explanatory view showing the important section of the record playback optical system in the optical information record regenerative apparatus concerning the gestalt of this operation.

[0142] With reference to introduction and drawing 21, the configuration of the record medium concerning the gestalt of this operation is explained. The record medium 301 concerning the gestalt of this operation has nothing and two or more trucks for disc-like like the record medium 1 in the gestalt of the 1st operation. Two or more address servo fields 306 are established in each truck at equal intervals. Between the adjacent address servo fields 306, one or more information record sections 307 are formed.

[0143] As for two disc-like transparence substrates 302,304 formed of the polycarbonate etc., the information recording layer 303 prepared among these transparence substrates 302,304, and the information recording layer 303 in the transparence substrate 302, the record medium 301 is equipped with the protective layer 305 prepared so that the field of the opposite side might be adjoined.

[0144] The information recording layer 303 is a layer on which information is recorded using holography, and is formed with the same hologram ingredient as the information recording layer 3 of the record medium 1 in the gestalt of the 1st operation.

[0145] In this record medium 301, in the transparence substrate 302 of a protective layer 305, the field (field of the bottom in drawing 21) of the opposite side It is set to 1st field 301a to which incidence of the reference beam for record and the reference beam for playback is carried out, and outgoing radiation of the playback light is carried out, and the information recording layer 303 of the transparence substrate 304 has become 2nd field 301b to which incidence of the information light with which the field (field of the top in drawing 21) of the opposite side supported the information to record is carried out.

[0146] The embossing pit showing address information etc. is formed in the interface of the transparence substrate 302 and a protective layer 305 in the address servo field 306. In addition, a focus servo can also be performed using the interface of the transparence substrate 302 and a protective layer 305.

[0147] In addition, as shown in drawing 22, the embossing pit where a record medium 301 expresses address information etc. in the address servo field 306 may be established in the interface of the transparence substrate 302 and the information recording layer 303. In this case, a protective layer 305 becomes unnecessary.

[0148] Next, with reference to drawing 21, the important section of the record playback optical system in the optical information record regenerative apparatus concerning the gestalt of this operation is explained. In record playback optical system, the objective lens 321 which counters the transparence substrate 304 side of a record medium 301, and the record medium 301 in this objective lens 321 have the quadrant wavelength plate 322 and polarization beam splitter 323 which were arranged in the opposite side sequentially from the objective lens 321 side. A polarization beam splitter 323 reflects S polarization, and has polarization beam splitter side 323a which makes P polarization penetrate. Polarization beam splitter side 323a is making 45 degrees to the field of a record medium 301. In the polarization beam splitter 323, the field of the right-hand side in drawing 21 is information light plane-of-incidence 323b. Record playback optical system has the space optical modulator 327 further arranged on the optical path of the light which carries out incidence to information light plane-of-incidence 323b of a polarization beam splitter 323. By having the pixel of a large number arranged in the shape of a grid, for example, choosing the transparency condition and cut off state of light for every pixel, the space optical modulator 327 can modulate outgoing radiation luminous intensity spatially, and can generate now the information light which supported information. As this space optical modulator 327, a liquid crystal device can be used, for example.

[0149] In record playback optical system, the objective lens 331 which counters the protective layer 305 side of a record medium 301, and the record medium 301 in this objective lens 331 have further the quadrant wavelength plate 332, the polarization beam splitter 333, and photodetector 334 which were arranged in the opposite side sequentially from the objective lens 331 side. A polarization beam splitter 333 reflects S polarization, and has polarization beam splitter side 333a which makes P polarization penetrate. Polarization beam splitter side 333a is making 45 degrees to the field of a record medium 301. In the polarization beam splitter 333, the field of the right-hand side in drawing 21 is reference beam plane-of-incidence 333b. Record playback optical system has the phase space optical modulator 338 further arranged on the optical path of the light which carries out incidence to reference beam plane-of-incidence 333b of a polarization beam splitter 333. The phase space optical modulator 338 has the pixel of a large number arranged in the shape of a grid, and can modulate the phase of light now spatially by choosing the phase of outgoing radiation light from binary or three values or more for every pixel.

[0150] A photodetector 334 has the pixel of a large number arranged in the shape of a grid, and can detect now the luminous intensity which received light for every pixel. As a photodetector 334, a CCD mold solid state image sensor, an MOS mold solid state image sensor, and a smart photosensor are used.

[0151] Next, with reference to drawing 23, the configuration of the whole record playback optical system in the optical information record regenerative apparatus concerning the gestalt of this operation is explained.

[0152] First, the part about information light is explained among record playback optical system. Record playback optical system has the already explained objective lens 321, the quadrant wavelength plate 322, and the polarization beam splitter 323. Record playback optical system has the convex lens 324 further arranged sequentially from a polarization beam splitter 323 side on the optical path of the light which carries out incidence to information light plane-of-incidence 323b of a polarization beam splitter 323, the pinhole 325, the convex lens 326, and the space optical modulator 327.

[0153] The focal distance of a convex lens 324 and a convex lens 326 is equal. This focal distance is set to f_s . The core of a convex lens 324, a pinhole 325, the core of a convex lens 326, and the image formation side of the space optical modulator 327 open spacing of a focal distance f_s , and are

arranged. Therefore, it is condensed with a convex lens 326, and the parallel flux of light which passed the space optical modulator 327 serves as a minor diameter most in the location of a pinhole 325, and passes through this pinhole 325. The light which passed through the pinhole 325 turns into light to diffuse, carries out incidence to a convex lens 324, serves as the parallel flux of light, and carries out incidence to information light plane-of-incidence 323b of a polarization beam splitter 323. The image formation side of the space optical modulator 327 and the image surface [****] 351 are between a convex lens 324 and a polarization beam splitter 323, and are formed in the location which separated only the focal distance f_s from the core of a convex lens 324.

[0154] It is $f=f_1+f_2$, if distance between the core of a polarization beam splitter 323 and the image surface 351 is set to f_1 , distance of the core of a polarization beam splitter 323 and the core of an objective lens 321 is set to f_2 and the focal distance of an objective lens 321 is set to f . The interface of the transparence substrate 302 and protective layer 305 in a record medium 301 is arranged in the location which separated only the focal distance f from the core of an objective lens 321. By considering as such a configuration, it becomes possible to arrange the space optical modulator 327 in the location distant from the objective lens 321, and the degree of freedom of a design of optical system increases.

[0155] Next, the part about the reference beam for record, the reference beam for playback, and playback light is explained among record playback optical system. Record playback optical system has the already explained objective lens 331, the quadrant wavelength plate 332, the polarization beam splitter 333, and the photodetector 334. Record playback optical system has the polarization beam splitter 335 further arranged on the optical path of the light which carries out incidence to reference beam plane-of-incidence 333b of a polarization beam splitter 333. A polarization beam splitter 335 is arranged in parallel with polarization beam splitter side 333a of a polarization beam splitter 333, reflects S polarization, and has polarization beam splitter side 335a which makes P polarization penetrate.

[0156] Record playback optical system has further the convex lens 336, the concave lens 337, and the phase space optical modulator 338 which have been arranged sequentially from a polarization beam splitter 335 side at the bottom in drawing 23 of a polarization beam splitter 335. The phase space optical modulator 338 is a reflective mold. The image formation side of the phase space optical modulator 338 and the image surface [****] 352 are formed between a polarization beam splitter 335 and a polarization beam splitter 333.

[0157] The distance between the core of a polarization beam splitter 333 and the image surface 352 is f_1 equally to the distance between the core of a polarization beam splitter 323, and the image surface 351. The distance of the core of a polarization beam splitter 333 and the core of an objective lens 331 is f_2 equally to the distance of the core of a polarization beam splitter 323, and the core of an objective lens 321. The focal distance of an objective lens 331 is f equally to the focal distance of an objective lens 321. The interface of the transparence substrate 302 and protective layer 305 in a record medium 301 is arranged in the location which separated only the focal distance f from the core of an objective lens 331. By considering as such a configuration, it becomes possible to arrange the phase space optical modulator 338 in the location distant from the objective lens 331, and the degree of freedom of a design of optical system increases.

[0158] Record playback optical system has the mirror 339 further arranged in the top in drawing 23 of a polarization beam splitter 335 so that 90 degrees may be made to polarization beam splitter side 335a, and this mirror 339 and the mirror 340 arranged in parallel.

[0159] Next, the part common to information light, the reference beam for record, and the reference beam for playback is explained among record playback optical system. Record playback optical system has the collimator lens 343 arranged in order [side / semiconductor laser 342] on the optical path of the semiconductor laser 342 which carries out outgoing radiation of the laser beam of the coherent linearly polarized light, and the light by which outgoing radiation is carried out from this semiconductor laser 342, the mirror 344, the optical element 345 for rotatory polarization, and the polarization beam splitter 346. As an optical element 345 for rotatory polarization, $1/2$ wavelength plate or a rotatory-polarization plate is used, for example. A polarization beam splitter 346 reflects S polarization, and has polarization beam splitter side 346a which makes P polarization penetrate.

[0160] In addition, in drawing 21, in order to show intelligibly the important section of the record

playback optical system shown in drawing 23, the space optical modulator 327 has been arranged in the location of the image surface 351, and the phase space optical modulator 338 was expressed as a transparency mold, and is arranged in the location of the image surface 352.

[0161] Next, the outline of an operation of the record playback optical system shown in drawing 23 is explained. Semiconductor laser 342 carries out outgoing radiation of the light of the linearly polarized light of S polarization or P polarization. A collimator lens 343 carries out and carries out outgoing radiation of the outgoing radiation light of semiconductor laser 342 to the parallel flux of light. Outgoing radiation of the optical element 345 for rotatory polarization is carried out from a collimator lens 343, it carries out the rotatory polarization of the light reflected by the mirror 344, and carries out outgoing radiation of the light containing S polarization component and P polarization component.

[0162] Among the outgoing radiation light of the optical element 345 for rotatory polarization, S polarization component is reflected by polarization beam splitter side 346a of a polarization beam splitter 346, incidence is carried out to the space optical modulator 327, by the space optical modulator 327, luminous intensity is modulated spatially and information light is generated. From the space optical modulator 327, a convex lens 326, a pinhole 325, and a convex lens 324 are passed in order, it is reflected by polarization beam splitter side 323a of a polarization beam splitter 323, and incidence of the information light by which outgoing radiation is carried out is carried out to the quadrant wavelength plate 322. It becomes the light of the circular polarization of light, and is condensed with an objective lens 321, and the information light which passed the quadrant wavelength plate 322 is irradiated by the record medium 301, converging so that it may become a minor diameter most on the interface of the transparence substrate 302 and a protective layer 305. In addition, spatial filtering may be performed in the optical system which consists of a convex lens 326, a pinhole 325, and a convex lens 324.

[0163] On the other hand, among the outgoing radiation light of the optical element 345 for rotatory polarization, polarization beam splitter side 346a of a polarization beam splitter 346 is penetrated, it is reflected by the mirror 340,339, and P polarization component penetrates polarization beam splitter side 335a of a polarization beam splitter 335, and it carries out incidence to the phase space optical modulator 338 as the parallel flux of light through a convex lens 336 and a concave lens 337. The phase space optical modulator 338 modulates the phase of light spatially by setting the phase of outgoing radiation light as either of two values from which only π (rad) differs mutually for every pixel. The light modulated by the phase space optical modulator 338 turns into a reference beam for record, or a reference beam for playback. The phase space optical modulator 338 rotates the 90 degrees of the polarization directions of outgoing radiation light to the polarization direction of incident light further. Therefore, the outgoing radiation light of the phase space optical modulator 338 turns into light of S polarization. Through a concave lens 337 and a convex lens 336, it is reflected by polarization beam splitter side 335a of a polarization beam splitter 335, it is further reflected by polarization beam splitter side 333a of a polarization beam splitter 333, and incidence of the outgoing radiation light of the phase space optical modulator 338 is carried out to the quadrant wavelength plate 332. It becomes the light of the circular polarization of light, and is condensed with an objective lens 331, and the light which passed the quadrant wavelength plate 332 is irradiated by the record medium 301, converging so that it may become a minor diameter most on the interface of the transparence substrate 302 and a protective layer 305.

[0164] The return light which the light irradiated by the record medium 301 reflects and produces from an objective lens 331 in the interface of the transparence substrate 302 and a protective layer 305, Or the playback light generated from the information recording layer 303 according to the reference beam for playback irradiated by the record medium 301 from the objective lens 331 It becomes the parallel flux of light and the quadrant wavelength plate 332 is passed, it becomes the light of P polarization, polarization beam splitter side 333a of a polarization beam splitter 333 is passed [an objective lens 331 is passed,], and incidence is carried out to a photodetector 334.

[0165] In addition, in a configuration as the record medium 301 showed drawing 22, both the light from an objective lens 321 and the light from an objective lens 331 are irradiated by the record medium 301, converging so that it may become with a minor diameter most on the interface of the transparence substrate 302 and the information recording layer 303.

[0166] Next, with reference to drawing 24 , the configuration of the optical information record regenerative apparatus concerning the gestalt of this operation is explained. This optical information record regenerative apparatus 310 is equipped with optical head lower 40A, optical head up 40B, and fixed part 40C instead of the optical head 40 in the optical information record regenerative apparatus 10 concerning the gestalt of the 1st operation shown in drawing 2 , and the driving gear 84. Optical head lower 40A collects playback light while it is arranged at the record-medium 301 bottom and irradiates the reference beam for record, or the reference beam for playback to a record medium 301. Optical head up 40B is arranged at the record-medium 301 bottom, and irradiates information light to a record medium 301. Fixed part 40C is being fixed to the body of the optical information record regenerative apparatus 310.

[0167] An objective lens 331, the quadrant wavelength plate 332, a polarization beam splitter 333, a photodetector 334, a polarization beam splitter 335, the convex lens 336, the concave lens 337, the phase space optical modulator 338, and the mirror 339 are contained among the components of the record playback optical system shown in drawing 23 by optical head lower 40A. An objective lens 321, the quadrant wavelength plate 322, a polarization beam splitter 323, the convex lens 324, the pinhole 325, the convex lens 326, and the space optical modulator 327 are contained among the record playback optical system shown in drawing 23 by optical head up 40B. Semiconductor laser 342, a collimator lens 343, the mirror 344, the optical element 345 for rotatory polarization, the polarization beam splitter 346, and the mirror 340 are contained by fixed part 40C.

[0168] Optical head lower 40A and optical head up 40B are driven maintaining the physical relationship which counters on both sides of a record medium 301 with the drive of the optical head 40 shown in drawing 20 , and the same drive, respectively. With the gestalt of this operation, since optical head lower 40A and optical head up 40B have the function of the driving gear 84 in drawing 2 , respectively, this driving gear 84 is not formed. Moreover, with the gestalt of this operation, it does not have the function which amends a relative inclination with a record medium 301, optical head lower 40A, and optical head up 40B, and the inclination amendment circuit 93 in drawing 2 is not formed. The circuitry of others in the optical information record regenerative apparatus 310 is the same as that of the optical information record regenerative apparatus 10 shown in drawing 2 .

[0169] In optical head lower 40A and optical head up 40B in the gestalt of this operation, with the actuator 241 in drawing 20 , the location of an objective lens 321,331 can be changed in the direction perpendicular to the field of a record medium 301, and, thereby, a focus servo can be carried out to it. Moreover, in optical head lower 40A and optical head up 40B, with the linear motor 222 in drawing 20 , the location of an objective lens 321,331 can be changed to radial [of a record medium 301], and, thereby, access and the tracking servo to a desired track can be carried out to it. Moreover, in optical head lower 40A and optical head up 40B, the location of an objective lens 321,331 can be changed with a linear motor 232 in the tangential direction of a track, i.e., the direction which meets a track mostly. Thereby, control which the exposure location of information light and the reference beam for record is made to follow to the information record section 307 can be performed.

[0170] In addition, semiconductor laser 342, the space optical modulator 327, and the phase space optical modulator 338 are controlled by the controller 90 in drawing 24 . The controller 90 holds the information on two or more modulation patterns for modulating the phase of light spatially in the phase space optical modulator 338. Moreover, a control unit 91 can choose the modulation pattern of arbitration now from two or more modulation patterns. And a controller 90 gives the information on the modulation pattern chosen by the modulation pattern or control unit 91 which oneself chose according to predetermined conditions to the phase space optical modulator 338, and the phase space optical modulator 338 modulates the phase of light spatially by the corresponding modulation pattern according to the information on the modulation pattern given from a controller 90.

[0171] Next, at the time of a servo, at the time of informational record, it divides at the time of informational playback, and an operation of the optical information record regenerative apparatus concerning the gestalt of this operation is explained in order.

[0172] First, the operation at the time of a servo is explained with reference to drawing 23 and drawing 25 . Drawing 25 is the explanatory view showing the condition of the important section of the record playback optical system at the time of a servo. As for the space optical modulator 327, all

pixels are made into a cut off state at the time of a servo. The phase space optical modulator 338 is set up so that all the light that passes each pixel may become the same phase. The output of the outgoing radiation light of semiconductor laser 342 is set as the low-power output for playback. In addition, a controller 90 is considered as the above-mentioned setup, while the timing to which the outgoing radiation light of an objective lens 331 passes through the address servo field 306 is predicted based on the basic clock reproduced from the regenerative signal RF and the outgoing radiation light of an objective lens 331 passes through the address servo field 306.

[0173] By the collimator lens 343, light by which outgoing radiation was carried out from semiconductor laser 342 is made into the parallel flux of light, and it passes a mirror 344 and the optical element 345 for rotatory polarization, and they carry out incidence to a polarization beam splitter 346. It is reflected by polarization beam splitter side 346a, and S polarization component of the light which carried out incidence to the polarization beam splitter 346 is intercepted by the space optical modulator 327.

[0174] P polarization component of the light which carried out incidence to the polarization beam splitter 346 penetrates polarization beam splitter side 346a, passes a mirror 340,339, penetrates polarization beam splitter side 335a of a polarization beam splitter 335, passes a convex lens 336 and a concave lens 337, and they carry out incidence to the phase space optical modulator 338. Since the phase space optical modulator 338 rotates the 90 degrees of the polarization directions of outgoing radiation light to the polarization direction of incident light, the outgoing radiation light of the phase space optical modulator 338 turns into S polarization. A concave lens 337 and a convex lens 336 are passed, and it is reflected by polarization beam splitter side 335a of a polarization beam splitter 335, and further, it is reflected by polarization beam splitter side 333a of a polarization beam splitter 333, and incidence of the outgoing radiation light of the phase space optical modulator 338 is carried out to the quadrant wavelength plate 332. It becomes the light of the circular polarization of light, and is condensed with an objective lens 331, and the light which passed the quadrant wavelength plate 332 is irradiated by the record medium 301, converging so that it may become a minor diameter most on the interface of the transparence substrate 302 and a protective layer 305.

[0175] The return light which the light irradiated by the record medium 301 reflects and produces from an objective lens 331 in the interface of the transparence substrate 302 and a protective layer 305 serves as the parallel flux of light, passes the quadrant wavelength plate 332, it turns into light of P polarization, passes [an objective lens 331 is passed,] polarization beam splitter side 333a of a polarization beam splitter 333, and it carries out incidence to a photodetector 334. Based on the output of this photodetector 334, focal error signal FE, the tracking error signal TE, and a regenerative signal RF are generated by the detector 85. And while a focus servo and a tracking servo are performed based on these signals, playback of a basic clock and distinction of the address are performed.

[0176] In addition, in a setup at the time of the above-mentioned servo, the configuration of optical head lower 40A becomes being the same as that of the configuration of the optical head the record over the usual optical disk, and for playback. Therefore, the optical information record regenerative apparatus in the gestalt of this operation can also perform record and playback using the usual optical disk.

[0177] Next, with reference to drawing 23 and drawing 26, the operation at the time of informational record is explained. Drawing 26 is the explanatory view showing the condition of the important section of the record playback optical system at the time of record. At the time of record, the space optical modulator 327 chooses a transparency condition (henceforth ON), and a cut off state (henceforth OFF) for every pixel according to the information to record, modulates the passing luminous intensity spatially and generates information light. The phase space optical modulator 338 generates the reference beam for record which modulates the phase of light spatially and by which the phase was modulated spatially to the passing light by giving phase contrast 0 (rad) or π (rad) alternatively on the basis of a predetermined phase for every pixel according to a predetermined modulation pattern.

[0178] A controller 90 gives the information on the modulation pattern chosen by the modulation pattern or control unit 91 which oneself chose according to predetermined conditions to the phase space optical modulator 338, and the phase space optical modulator 338 modulates the phase of the

passing light spatially according to the information on the modulation pattern given from a controller 90.

[0179] The output of the outgoing radiation light of semiconductor laser 342 is made into the high power for record in pulse. In addition, a focus servo and a tracking servo are not performed for the period when the outgoing radiation light of an objective lens 321,331 passes through fields other than address servo field 306 under control by the controller 90.

[0180] By the collimator lens 343, light by which outgoing radiation was carried out from semiconductor laser 342 is made into the parallel flux of light, and it passes a mirror 344 and the optical element 345 for rotatory polarization, and they carry out incidence to a polarization beam splitter 346. It is reflected by polarization beam splitter side 346a, and S polarization component of the light which carried out incidence to the polarization beam splitter 346 passes the space optical modulator 327, and according to the information recorded in that case, luminous intensity is modulated spatially and it serves as information light. A convex lens 326, a pinhole 325, and a convex lens 324 are passed in order, it is reflected by polarization beam splitter side 323a of a polarization beam splitter 323, and incidence of this information light is carried out to the quadrant wavelength plate 322. It becomes the light of the circular polarization of light, and is condensed with an objective lens 321, and the information light which passed the quadrant wavelength plate 322 is irradiated by the record medium 301, converging so that it may become a minor diameter most on the interface of the transparence substrate 302 and a protective layer 305. As shown in drawing 26, information light passes the information recording layer 303, converging into a record medium 301.

[0181] P polarization component of the light which carried out incidence to the polarization beam splitter 346 penetrates polarization beam splitter side 346a, passes a mirror 340,339, penetrates polarization beam splitter side 335a of a polarization beam splitter 335, passes a convex lens 336 and a concave lens 337, and they carry out incidence to the phase space optical modulator 338, and the phase of light is modulated spatially and it serves as a reference beam for record. Since the reference beam for record by which outgoing radiation was carried out from the phase space optical modulator 338 is S polarization, after it passes a concave lens 337 and a convex lens 336, it is reflected by polarization beam splitter side 335a of a polarization beam splitter 335, and further, it is reflected by polarization beam splitter side 333a of a polarization beam splitter 333, and incidence of it is carried out to the quadrant wavelength plate 332. It becomes the light of the circular polarization of light, and is condensed with an objective lens 331, and the reference beam for record which passed the quadrant wavelength plate 332 is irradiated by the record medium 301, converging so that it may become a minor diameter most on the interface of the transparence substrate 302 and a protective layer 305. As shown in drawing 26, the reference beam for record passes the information recording layer 303, emitting in a record medium 301.

[0182] Thus, at the time of record, to the information recording layer 303, information light and the reference beam for record are irradiated in [side / opposite / field] same axle, and mutually, they are converged so that it may become a minor diameter most in the same location (on the interface of the transparence substrate 302 and a protective layer 305). In the information recording layer 303, when information light and the reference beam for record interfere, an interference pattern is formed and the output of the outgoing radiation light of semiconductor laser 342 turns into high power for record, this interference pattern is recorded in volume in the information recording layer 303, and the hologram of a reflective mold (Lippmann mold) is formed.

[0183] With the gestalt of this operation, multiplex record of two or more information can be carried out with phase-encoding multiplex system in the same part of the information recording layer 303 by [which are recorded] changing the modulation pattern of the phase of the reference beam for record for every information.

[0184] Moreover, it is also possible to carry out multiplex record of two or more data with the gestalt of this operation using the approach of shift multiplexing (shift multiplexing). Shift multiplexing is the approach of forming two or more hologram formation fields corresponding to each information to the information recording layer 303, so that it may shift horizontal little by little mutually and a part may lap, and carrying out multiplex record of two or more information.

[0185] The multiplex record by phase-encoding multiplex system and the multiplex record by shift multiplexing can also use only either, and can also use it together.

[0186] Next, with reference to drawing 23 and drawing 27, the operation at the time of informational playback is explained. Drawing 27 is the explanatory view showing the condition of the important section of the record playback optical system at the time of playback. As for the space optical modulator 327, all pixels are made into a cut off state at the time of playback. The phase space optical modulator 338 generates the reference beam for playback which modulates the phase of light spatially and by which the phase was modulated spatially to the passing light by giving phase contrast 0 (rad) or π (rad) alternatively on the basis of a predetermined phase for every pixel according to a predetermined modulation pattern.

[0187] A controller 90 gives the information on the modulation pattern chosen by the modulation pattern or control unit 91 which oneself chose according to predetermined conditions to the phase space optical modulator 338, and the phase space optical modulator 338 modulates the phase of the passing light spatially according to the information on the modulation pattern given from a controller 90.

[0188] The output of the outgoing radiation light of semiconductor laser 342 is made into the low-power output for playback. In addition, a focus servo and a tracking servo are not performed for the period when the outgoing radiation light of an objective lens 321,331 passes through fields other than address servo field 306 under control by the controller 90.

[0189] By the collimator lens 343, light by which outgoing radiation was carried out from semiconductor laser 342 is made into the parallel flux of light, and it passes a mirror 344 and the optical element 345 for rotatory polarization, and they carry out incidence to a polarization beam splitter 346. It is reflected by polarization beam splitter side 346a, and S polarization component of the light which carried out incidence to the polarization beam splitter 346 is intercepted by the space optical modulator 327.

[0190] P polarization component of the light which carried out incidence to the polarization beam splitter 346 penetrates polarization beam splitter side 346a, passes a mirror 340,339, penetrates polarization beam splitter side 335a of a polarization beam splitter 335, passes a convex lens 336 and a concave lens 337, and they carry out incidence to the phase space optical modulator 338, and the phase of light is modulated spatially and it serves as a reference beam for playback. Since the reference beam for playback by which outgoing radiation was carried out from the phase space optical modulator 338 is S polarization, after it passes a concave lens 337 and a convex lens 336, it is reflected by polarization beam splitter side 335a of a polarization beam splitter 335, and further, it is reflected by polarization beam splitter side 333a of a polarization beam splitter 333, and incidence of it is carried out to the quadrant wavelength plate 332. It becomes the light of the circular polarization of light, and is condensed with an objective lens 331, and the reference beam for playback which passed the quadrant wavelength plate 332 is irradiated by the record medium 301, converging so that it may become a minor diameter most on the interface of the transparence substrate 302 and a protective layer 305. As shown in drawing 27, the reference beam for playback passes the information recording layer 303, emitting in a record medium 301.

[0191] In the information recording layer 303, the playback light corresponding to the information light at the time of record occurs by irradiating the reference beam for playback. Emitting, after going on to the transparence substrate 302 side and becoming a minor diameter most on the interface of the transparence substrate 302 and a protective layer 305, converging, outgoing radiation of this playback light is carried out from a record medium 301, and it serves as the parallel flux of light, passes the quadrant wavelength plate 332, it turns into light of P polarization, passes [an objective lens 331 is passed,] polarization beam splitter side 333a of a polarization beam splitter 333, and it carries out incidence to a photodetector 334.

[0192] On a photodetector 334, image formation of the pattern of ON by the space optical modulator 327 at the time of record and OFF is carried out, and information is reproduced by detecting this pattern. In addition, when the modulation pattern of the reference beam for record is changed and multiplex record of two or more information is carried out at the information recording layer 303, only the information corresponding to the modulation pattern of the reference beam for playback is reproduced among two or more information.

[0193] Thus, at the time of playback, the reference beam for playback converged so that it may become a minor diameter most on the interface of the transparence substrate 302 and a protective

layer 305 is irradiated to a record medium 301. And exposure of the reference beam for playback and collection of playback light are performed from the incidence side of the reference beam for record in a record medium 301, and the reference beam for playback and playback light are arranged in same axle.

[0194] With the gestalt of this operation, the exposure location of information light and the reference beam for record is moved so that the exposure location of information light and the reference beam for record may follow optical head up 40B and optical head lower 40A in a predetermined period and one information record section 307 where it moves at the time of informational record. Thereby, it is continued by irradiating a predetermined period and one information record section 307 information light and the reference beam for record.

[0195] Since it was made according to the gestalt of this operation to be completed by information light, the reference beams for record, and all the reference beams for playback so that it may be arranged in same axle and may become a minor diameter most in the same location, the configuration of the optical system for record and playback can be simplified.

[0196] Moreover, information light can support information with the gestalt of this operation using the whole cross section of the flux of light, and playback light can support information with it similarly using the whole cross section of the flux of light.

[0197] While being able to perform informational record and playback using holography according to the gestalt of this operation from these things, it becomes possible to simplify the configuration of the optical system for record and playback, without decreasing amount of information.

[0198] Moreover, the positioning field (an address servo field 306) where the information for doubling the location of information light, the reference beam for record, and the reference beam for playback with a record medium 301 is recorded prepares, and he is trying to irradiate with the gestalt of this operation, making it converge so that record playback optical system may serve as a minor diameter most in the location where information light, the reference beam for record, and the reference beam for playback were prepared in the positioning field to the record medium 301.

Thereby, like the reference beam for record, and the reference beam for playback, the light converged so that it may become a minor diameter most in the location in which the positioning field was established is irradiated to a positioning field, and positioning of information light, the reference beam for record, and the reference beam for playback is attained by detecting the return light from a positioning field using the information recorded on the positioning field. Therefore, according to the gestalt of this operation, it becomes possible to perform positioning of the information light to a record medium 301, the reference beam for record, and the reference beam for playback with a sufficient precision, without complicating the configuration of record playback optical system.

[0199] Moreover, according to the gestalt of this operation, since the positioning field has been arranged to the incidence side of the reference beam for record to the information recording layer 303, the return light from a positioning field does not pass the information recording layer 303. Therefore, the light used for positioning can prevent that it is disturbed by the information recording layer 303 and the exactness of reproduction of the information for positioning falls.

[0200] The configuration of others in the gestalt of this operation, an operation, and effectiveness are the same as the gestalt of the 1st operation, or the gestalt of the 2nd operation.

[0201] The optical information record regenerative apparatus concerning [the gestalt of the 4th operation], next the gestalt of operation of the 4th of this invention is explained. Drawing 28 is the explanatory view showing the configuration of the whole record playback optical system in the optical information record regenerative apparatus concerning the gestalt of this operation.

[0202] The gestalt of this operation modulates the phase of light spatially based on the information to record, and generates information light. In the record playback optical system in the gestalt of this operation, the phase space optical modulator 347 is formed instead of the space optical modulator 327 in drawing 23, and the shutter 348 which chooses the transparency condition and cut off state of light between this phase space optical modulator 347 and polarization beam splitter 346 is formed further. The phase space optical modulator 347 has the pixel of a large number arranged in the shape of a grid, and can modulate the phase of light now spatially by choosing the phase of outgoing radiation light from binary or three values or more for every pixel. As this phase space optical modulator 347, a liquid crystal device can be used, for example. Moreover, a liquid crystal device

can be used also for a shutter 348.

[0203] Next, at the time of a servo, at the time of informational record, it divides at the time of informational playback, and an operation of the optical information record regenerative apparatus concerning the gestalt of this operation is explained in order.

[0204] First, the operation at the time of a servo is explained. A shutter 348 is made into a cut off state at the time of a servo. The operation of others at the time of a servo is the same as that of the gestalt of the 3rd operation.

[0205] Next, the operation at the time of the record in the case of recording information with reference to drawing 29 using the information light by which the phase was modulated spatially, and the reference beam for record by which a phase is not modulated spatially is explained. Drawing 29 is the explanatory view showing the condition of the important section of the record playback optical system at the time of record. At the time of record, a shutter 348 is made into a transparency condition and the phase space optical modulator 347 modulates the phase of light spatially according to the information to record by choosing the phase of outgoing radiation light from binary or three values or more for every pixel. In order to simplify explanation, here, the phase space optical modulator 347 The phase contrast over the 1st phase and criteria phase from which the phase contrast over a predetermined criteria phase is set to $+\pi/2$ (rad) for every pixel the phase of outgoing radiation light - The phase of light shall be spatially modulated by setting it as either of the 2nd phase used as $\pi/2$ (rad). The phase contrast of the 1st phase and the 2nd phase is π (rad). Thus, the information light by which the phase was modulated spatially is generated. In addition, in information light, reinforcement falls locally in the boundary part of the pixel of the 1st phase, and the pixel of the 2nd phase.

[0206] Like the gestalt of the 3rd operation, it is condensed with an objective lens 321, and information light is irradiated by the record medium 301, converging so that it may become a minor diameter most on the interface of the transparence substrate 302 and a protective layer 305. And information light passes the information recording layer 303, converging into a record medium 301.

[0207] Here, the phase space optical modulator 338 shall not modulate the phase of light spatially, but shall generate the reference beam for record as the 1st phase from which the phase contrast over a predetermined criteria phase is set to $+\pi/2$ (rad) in the phase of the outgoing radiation light of all pixels. In addition, the phase space optical modulator 338 is good also considering the phase of the outgoing radiation light of all pixels as the 2nd phase, and good also as a different fixed phase from both the 1st phase and the 2nd phase.

[0208] The 1st phase is expressed with a notation "+" and the notation "-" expresses the 2nd phase in drawing 29. Moreover, strong maximum is expressed with "1" and the strong minimum value "0" expresses in drawing 29 $R > 9$.

[0209] Like the gestalt of the 3rd operation, it is condensed with an objective lens 331, and the reference beam for record is irradiated by the record medium 301, converging so that it may become a minor diameter most on the interface of the transparence substrate 302 and a protective layer 305. And the reference beam for record passes the information recording layer 303, emitting in a record medium 301.

[0210] Like the gestalt of the 3rd operation, in the information recording layer 303, when information light and the reference beam for record interfere, an interference pattern is formed and the output of the outgoing radiation light of semiconductor laser 342 turns into high power for record, this interference pattern is recorded in volume in the information recording layer 303, and the hologram of a reflective mold (Lippmann mold) is formed.

[0211] Next, with reference to drawing 30, the operation at the time of playback of the information recorded using the information light by which the phase was modulated spatially, and the reference beam for record by which a phase is not modulated spatially is explained. Drawing 30 is the explanatory view showing the condition of the important section of the record playback optical system at the time of playback. A shutter 348 is made into a cut off state at the time of playback. Moreover, the phase space optical modulator 338 does not modulate the phase of light spatially, but generates the reference beam for playback as the 1st phase from which the phase contrast over a predetermined criteria phase is set to $+\pi/2$ (rad) in the phase of the outgoing radiation light of all pixels. In addition, how to express the phase in drawing 30 and reinforcement is the same as that of

drawing 29 .

[0212] Like the gestalt of the 3rd operation, it is condensed with an objective lens 331, and the reference beam for playback is irradiated by the record medium 301, converging so that it may become a minor diameter most on the interface of the transparence substrate 302 and a protective layer 305. And the reference beam for playback passes the information recording layer 303, emitting in a record medium 301.

[0213] In the information recording layer 303, the playback light corresponding to the information light at the time of record occurs by irradiating the reference beam for playback. The phase of light is spatially modulated like the information light at the time of record by this playback light. Emitting, after going on to the transparence substrate 302 side and becoming a minor diameter most on the interface of the transparence substrate 302 and a protective layer 305, converging, outgoing radiation of the playback light is carried out from a record medium 301, and it passes an objective lens 331, serves as the parallel flux of light, passes polarization beam splitter side 333a of the quadrant wavelength plate 332 and a polarization beam splitter 333, and it carries out incidence to a photodetector 334.

[0214] Moreover, being reflected on the interface of the transparence substrate 302 and a protective layer 305, and emitting, outgoing radiation of a part of reference beam for playback irradiated by the record medium 301 is carried out from a record medium 301, and it passes an objective lens 331, serves as the parallel flux of light, passes polarization beam splitter side 333a of the quadrant wavelength plate 332 and a polarization beam splitter 333, and it carries out incidence to a photodetector 334.

[0215] Playback light and the reference beam for playback reflected on the interface of the transparence substrate 302 and a protective layer 305 pile up in fact, a synthetic light is generated, and this synthetic light is received by the photodetector 334. A synthetic light turns into light by which reinforcement was modulated spatially corresponding to the recorded information. Therefore, by the photodetector 334, the two-dimensional pattern of synthetic luminous intensity is detected, and, thereby, information is reproduced.

[0216] Here, drawing 31 is referred to and the playback light at the time of above-mentioned playback, the reference beam for playback, and a synthetic light are explained in detail. In drawing 31, in the phase of playback light, and (c), the reinforcement of the reference beam for playback and (d) express the phase of the reference beam for playback, and (e) expresses [(a) / playback luminous intensity and (b)] synthetic luminous intensity. As for drawing 31, the phase contrast over the 1st phase and criteria phase from which the phase contrast over a criteria phase is set to $+\pi/2$ (rad) the phase for every pixel of information light - The example of an about is shown when it is set as either of the 2nd phase used as $\pi/2$ (rad). Therefore, in the example shown in drawing 31, the phase for every pixel of playback light turns into the 1st phase or the 2nd phase like information light.

Moreover, all the phases for every pixel of the reference beam for playback are the 1st phase. Here, if playback luminous intensity and the reinforcement of the reference beam for playback are equal, as shown in drawing 31 (e), by the pixel from which synthetic luminous intensity becomes larger than playback luminous intensity and the reinforcement of the reference beam for playback in the pixel from which the phase of playback light turns into the 1st phase, and the phase of playback light turns into the 2nd phase, synthetic luminous intensity serves as zero theoretically.

[0217] Next, the operation at the time of the record in the case of recording information with reference to drawing 32 using the information light by which the phase was modulated spatially, and the reference beam for record by which the phase was modulated spatially is explained. Drawing 32 is the explanatory view showing the condition of the important section of the record playback optical system at the time of record. At the time of record, a shutter 348 is made into a transparency condition and the phase space optical modulator 347 modulates the phase of light spatially according to the information to record by choosing the phase of outgoing radiation light from binary or three values or more for every pixel. Here, in order to simplify explanation, the phase space optical modulator 347 shall modulate the phase of light spatially by setting the phase of outgoing radiation light to the 1st phase or the 2nd phase for every pixel. Thus, the information light by which the phase was modulated spatially is generated.

[0218] Like the gestalt of the 3rd operation, it is condensed with an objective lens 321, and

information light is irradiated by the record medium 301, converging so that it may become a minor diameter most on the interface of the transparence substrate 302 and a protective layer 305. And information light passes the information recording layer 303, converging into a record medium 301.

[0219] The phase space optical modulator 338 modulates the phase of light spatially by choosing the phase of outgoing radiation light from binary or three values or more for every pixel. Here, the phase space optical modulator 338 the phase of outgoing radiation light for every pixel A predetermined criteria phase, The phase contrast over the 1st phase from which the phase contrast over a criteria phase is set to $+\pi/2$ (rad), and a criteria phase - The phase of light shall be spatially modulated by setting it as either of the 2nd phase used as $\pi/2$ (rad). The notation "0" expresses the criteria phase in drawing 32. How to express the phase of others in drawing 32 and reinforcement is the same as that of drawing 29. In addition, in the reference beam for record, reinforcement falls locally in the part from which a phase changes.

[0220] Like the gestalt of the 3rd operation, it is condensed with an objective lens 331, and the reference beam for record is irradiated by the record medium 301, converging so that it may become a minor diameter most on the interface of the transparence substrate 302 and a protective layer 305. And the reference beam for record passes the information recording layer 303, emitting in a record medium 301.

[0221] Like the gestalt of the 3rd operation, in the information recording layer 303, when information light and the reference beam for record interfere, an interference pattern is formed and the output of the outgoing radiation light of semiconductor laser 342 turns into high power for record, this interference pattern is recorded in volume in the information recording layer 303, and the hologram of a reflective mold (Lippmann mold) is formed.

[0222] Next, with reference to drawing 33, the operation at the time of playback of the information recorded using the information light by which the phase was modulated spatially, and the reference beam for record by which the phase was modulated spatially is explained. Drawing 33 is the explanatory view showing the condition of the important section of the record playback optical system at the time of playback. A shutter 348 is made into a cut off state at the time of playback. Moreover, the phase space optical modulator 338 generates the reference beam for playback which modulates the phase of outgoing radiation light spatially and by which the phase was spatially modulated like the time of record. In addition, how to express the phase in drawing 33 and reinforcement is the same as that of drawing 32.

[0223] Like the gestalt of the 3rd operation, it is condensed with an objective lens 331, and the reference beam for playback is irradiated by the record medium 301, converging so that it may become a minor diameter most on the interface of the transparence substrate 302 and a protective layer 305. And the reference beam for playback passes the information recording layer 303, emitting in a record medium 301.

[0224] In the information recording layer 303, the playback light corresponding to the information light at the time of record occurs by irradiating the reference beam for playback. The phase of light is spatially modulated like the information light at the time of record by this playback light. Emitting, after going on to the transparence substrate 302 side and becoming a minor diameter most on the interface of the transparence substrate 302 and a protective layer 305, converging, outgoing radiation of the playback light is carried out from a record medium 301, and it passes an objective lens 331, serves as the parallel flux of light, passes polarization beam splitter side 333a of the quadrant wavelength plate 332 and a polarization beam splitter 333, and it carries out incidence to a photodetector 334.

[0225] Moreover, being reflected on the interface of the transparence substrate 302 and a protective layer 305, and emitting, outgoing radiation of a part of reference beam for playback irradiated by the record medium 301 is carried out from a record medium 301, and it passes an objective lens 331, serves as the parallel flux of light, passes polarization beam splitter side 333a of the quadrant wavelength plate 332 and a polarization beam splitter 333, and it carries out incidence to a photodetector 334.

[0226] Playback light and the reference beam for playback reflected on the interface of the transparence substrate 302 and a protective layer 305 pile up in fact, a synthetic light is generated, and this synthetic light is received by the photodetector 334. A synthetic light turns into light by

which reinforcement was modulated spatially corresponding to the recorded information. Therefore, by the photodetector 334, the two-dimensional pattern of synthetic luminous intensity is detected, and, thereby, information is reproduced.

[0227] Here, drawing 34 is referred to and the playback light at the time of above-mentioned playback, the reference beam for playback, and a synthetic light are explained in detail. In drawing 34, in the phase of playback light, and (c), the reinforcement of the reference beam for playback and (d) express the phase of the reference beam for playback, and (e) expresses [(a) / playback luminous intensity and (b)] synthetic luminous intensity. Drawing 34 shows the example of an about, when the phase for every pixel of information light is set to the 1st phase or the 2nd phase and the phase for every pixel of the reference beam for record and the reference beam for playback is set to either a criteria phase, the 1st phase and the 2nd phase. In this case, the phase for every pixel of playback light turns into the 1st phase or the 2nd phase like information light. Therefore, the phase contrast of playback light and the reference beam for playback becomes zero, $\pi/2$ (rad), or π (rad). If playback luminous intensity and the reinforcement of the reference beam for playback are equal, as shown in drawing 34 (e) here, synthetic luminous intensity The phase contrast of playback light and the reference beam for playback becomes the largest in the pixel used as zero. the phase contrast of playback light and the reference beam for playback -- π (rad) -- by the pixel, phase contrast is set to one half of the reinforcement in the pixel used as zero by the pixel from which it becomes zero theoretically and the phase contrast of playback light and the reference beam for playback is set to $\pi/2$ (rad). At drawing 34 (e), the reinforcement in the pixel from which phase contrast is set to π (rad) is expressed with "0", the reinforcement in the pixel from which phase contrast is set to $\pi/2$ (rad) is expressed with "1", and the reinforcement in the pixel from which phase contrast serves as zero is expressed with "2."

[0228] In the example shown in drawing 32 thru/or drawing 34, the reinforcement for every pixel of a synthetic light becomes three values. And for example, reinforcement "0" makes 2-bit data "00" correspond, it can make reinforcement "1" able to respond to 2-bit data "01", and reinforcement "2" can make it correspond to 2-bit data "10", as shown in drawing 34 (e). Thus, in the example shown in drawing 32 thru/or drawing 34, making playback luminous intensity and a phase the same compared with the case where the reinforcement for every pixel of a synthetic light becomes binary like the example shown in drawing 29 thru/or drawing 31, the amount of information which a synthetic light supports can be made to be able to increase, consequently the recording density of a record medium 301 can be raised.

[0229] As explained above, with the gestalt of this operation, the information light and the reference beam for record by which the phase was spatially modulated based on the information to record at the time of informational record are irradiated at the information recording layer 303 of a record medium 301, and information is recorded on the information recording layer 303 with the interference pattern by interference with information light and the reference beam for record. Moreover, at the time of informational playback, the reference beam for playback is irradiated at the information recording layer 303, the playback light and the reference beam for playback which are generated from the information recording layer 303 by this are piled up, a synthetic light is generated, this synthetic light is detected, and information is reproduced.

[0230] Therefore, according to the gestalt of this operation, it is not necessary to separate playback light and the reference beam for playback at the time of informational playback. Therefore, at the time of informational record, it is not necessary to carry out incidence of information light and the reference beam for record to a record medium so that a predetermined include angle may be made mutually. Therefore, according to the gestalt of this operation, the optical system for record and playback can be constituted small.

[0231] Moreover, by the conventional playback approach, in order to separate playback light and the reference beam for playback and to detect only playback light, after carrying out incidence also of the reference beam for playback to the photodetector which detects playback light, there was a trouble that the SN ratio of playback information deteriorated. On the other hand, with the gestalt of this operation, since information is reproduced using playback light and the reference beam for playback, it is not said by the reference beam for playback that the SN ratio of playback information deteriorates. Therefore, according to the gestalt of this operation, the SN ratio of playback

information can be raised.

[0232] The configuration of others in the gestalt of this operation, an operation, and effectiveness are the same as the gestalt of the 3rd operation.

[0233] The optical information record regenerative apparatus concerning [the gestalt of the 5th operation], next the gestalt of operation of the 5th of this invention is explained. Although the gestalt of this operation modulates the phase of light spatially like the gestalt of the 4th operation based on the information to record and generates information light, the drive of an optical head and the configuration of record playback optical system differ from the gestalt of the 4th operation.

[0234] The top view in which drawing 35 shows the optical head and record medium in a gestalt of this operation, the sectional view showing the configuration of an optical head [in / in drawing 36 / the gestalt of this operation], and drawing 37 are the sectional views showing the configuration of the record medium in the gestalt of this operation.

[0235] As shown in drawing 35 and drawing 36, the optical information record regenerative apparatus concerning the gestalt of this operation is equipped with the optical head 440 and the driving gear 484 instead of the optical head 40 in the optical information record regenerative apparatus 10 concerning the gestalt of the 1st operation shown in drawing 2, and the driving gear 84. Moreover, with the gestalt of this operation, it does not have the function which amends the relative inclination of a record medium 401 and the optical head 440, and the inclination amendment circuit 93 in drawing 2 is not formed. The circuitry of others in the optical information record regenerative apparatus concerning the gestalt of this operation is the same as that of the optical information record regenerative apparatus 10 shown in drawing 2.

[0236] The optical head 440 has the 1st moving part 441 and 2nd moving part 442. The 1st moving part 441 is moved to radial [of the record medium 401 in the gestalt of this operation] by the driving gear 484. The 2nd moving part 442 has bottom arm section 442A arranged at the record-medium 401 bottom, upper arm section 442B arranged at the record-medium 401 bottom, and connection section 442C which connects bottom arm section 442A and upper arm section 442B in the location outside the periphery section of a record medium 401. Each point of bottom arm section 442A and upper arm section 442B is arranged in the location which counters on both sides of a record medium 401.

[0237] Connection section 442C is connected rotatable to the 1st moving part 441 through the ball bearing 443. With bottom arm section 442A and upper arm section 442B in connection section 442C, two coils 444 for exposure location flattery are attached in the edge of the opposite side. Two magnets 445 are attached in the location which counters the 1st moving part 441 on both sides of each coil 444, respectively. With the optical head 440, the location of each point of bottom arm section 442A and upper arm section 442B can be changed now in the direction of a record medium 401 which meets a truck mostly by rotating the 2nd moving part 442 to the 1st moving part 441 with a coil 444 and a magnet 445.

[0238] Next, with reference to drawing 36, the configuration of the record playback optical system prepared in the interior of the 2nd moving part 442 is explained. Record playback optical system has the semiconductor laser 411 for record playback and the semiconductor laser 412 for servoes which were fixed to the edge of the opposite side with bottom arm section 442A and upper arm section 442B in the interior of connection section 442C. Record playback optical system has the collimator lens 413 further arranged sequentially from a semiconductor laser 412 side on the optical path of the light by which outgoing radiation is carried out from the semiconductor laser 412 for servoes, a dichroic mirror 414, the phase space optical modulator 415 of a transparency mold, the polarization beam splitter 416, the relay lens system 417, the quadrant wavelength plate 418, and the mirror 419. A dichroic mirror 414 reflects the light of predetermined wavelength, and it has the reflector which makes the light of other wavelength penetrate. This reflector reflects the outgoing radiation light of the semiconductor laser 411 for record playback, and makes the outgoing radiation light of the semiconductor laser 412 for servoes penetrate. The polarization beam splitter 416 has the polarization beam splitter side which makes light reflect or penetrate according to the polarization direction of light.

[0239] Further, record playback optical system is arranged at the point of bottom arm section 442A, and has the objective lens 420 which counters the field of the record-medium 401 bottom, and the

actuator 421 which moves this objective lens 420 in the direction perpendicular to the field of a record medium 401. A mirror 419 reflects the light which carried out incidence from the quadrant wavelength plate 418 side, and leads it to an objective lens 420. Further, record playback optical system carries out incidence to a polarization beam splitter 416 from the relay lens system 417 side, and has the photodetector 422 which receives the light reflected in respect of the polarization beam splitter.

[0240] Record playback optical system has 1/collimator lens 423 or 2 wavelength plate 424, the polarization beam splitter 425, and mirror 426 which have been further arranged sequentially from a semiconductor laser 411 side on the optical path of the light by which outgoing radiation is carried out from the semiconductor laser 411 for record playback. The polarization beam splitter 425 has the polarization beam splitter side. A mirror 426 reflects the light which carried out incidence from the polarization beam splitter 425 side, and leads it to the reflector of a dichroic mirror 414.

[0241] Further, record playback optical system carries out incidence to a polarization beam splitter 425 from the 1/2 wavelength plate 424 side, and has the polarization beam splitter 427 arranged on the optical path of the light reflected in respect of the polarization beam splitter. Further, record playback optical system carries out incidence to a polarization beam splitter 427 from a polarization beam splitter 425 side, and has 1/shutter 428 or 2 wavelength plate 429 arranged sequentially from a polarization beam splitter 427 side, the phase space optical modulator 430 of a transparency mold, the polarization beam splitter 431, the relay lens system 432, the quadrant wavelength plate 433, and the mirror 434 on the optical path of the light reflected in respect of the polarization beam splitter. The polarization beam splitter 431 has the polarization beam splitter side.

[0242] Further, record playback optical system is arranged at the point of upper arm section 442B, and has the objective lens 435 which counters the field of a record-medium 401 top, and the actuator 436 which moves this objective lens 435 in the direction perpendicular to the field of a record medium 401. A mirror 434 reflects the light which carried out incidence from the quadrant wavelength plate 433 side, and leads it to an objective lens 436. Further, record playback optical system carries out incidence to a polarization beam splitter 431 from the relay lens system 432 side, and has the photodetector 437 which receives the light reflected in respect of the polarization beam splitter.

[0243] Next, with reference to drawing 37, the configuration of the record medium 401 in the gestalt of this operation is explained. The record medium 401 has nothing and two or more trucks for disc-like like the record medium 1 in the gestalt of the 1st operation. Two or more address servo fields are established in each truck at equal intervals. Between adjacent address servo fields, one or more information record sections are prepared.

[0244] As for two disc-like transparence substrates 402,404 formed of the polycarbonate etc., the spacer 406 which separates these transparence substrates 402,404 at predetermined spacing, the information recording layer 403 prepared between the transparence substrates 402,404, and the information recording layer 403 in the transparence substrate 404, the record medium 401 is equipped with the transparence substrate 405 pasted up on the field of the opposite side through the glue line 407.

[0245] The information recording layer 403 is a layer on which information is recorded using holography, and is formed with the hologram ingredient which has sensibility in the light of a predetermined wavelength field. The semiconductor laser 411 for record playback carries out outgoing radiation of the light of the wavelength on which the hologram ingredient which constitutes the information recording layer 403 has sensibility, and the semiconductor laser 412 for servoes carries out outgoing radiation of the light of the wavelength outside the wavelength field where the hologram ingredient which constitutes the information recording layer 403 has sensibility. As a combination of the wavelength of the outgoing radiation light of the semiconductor laser 411 for record playback, and the wavelength of the outgoing radiation light of the semiconductor laser 412 for servoes, there are combination of 650nm and 780nm, combination of 523nm and 650nm, combination of 405nm and 650nm, etc.

[0246] The embossing pit showing address information etc. is formed in the field by the side of the transparence substrate 404 in the transparence substrate 405 in the address servo field. In addition, a focus servo can also be performed using the field by the side of the transparence substrate 404 in the

transparence substrate 405.

[0247] In the record medium 401, the transparence substrate 402, the information recording layer 403, the transparence substrate 404 and the optical thickness of the sum total of a glue line 407, and the optical thickness of the transparence substrate 405 are equal.

[0248] In the record medium 401, in the transparence substrate 404 in the transparence substrate 405, the field (field of the bottom in drawing 37) of the opposite side turns into a field where incidence of the reference beam for record and the reference beam for playback is carried out, and outgoing radiation of the playback light is carried out, and the information recording layer 403 in the transparence substrate 402 serves as a field where incidence of the information light with which the field (field of the top in drawing 37) of the opposite side supported the information to record is carried out.

[0249] Next, at the time of a servo, at the time of informational record, it divides at the time of informational playback, and an operation of the optical head 440 in the gestalt of this operation is explained in order. First, the operation at the time of a servo is explained. At the time of a servo, the semiconductor laser 412 for servoes carries out outgoing radiation of the light, and the semiconductor laser 411 for record playback does not carry out outgoing radiation of the light. The semiconductor laser 412 for servoes carries out outgoing radiation of the light of P polarization. By the collimator lens 413, outgoing radiation light of this semiconductor laser 412 is made into the parallel flux of light, penetrates the reflector of a dichroic mirror 414, passes the phase space optical modulator 415, penetrates the polarization beam splitter side of a polarization beam splitter 416, passes the relay lens system 417, passes the quadrant wavelength plate 418, and turns into light of the circular polarization of light. It is reflected by the mirror 419, incidence is carried out to an objective lens 420, and it is condensed with this objective lens 420, and this light is irradiated by the record medium 401, converging so that it may become a minor diameter most on the field by the side of the transparence substrate 404 in the transparence substrate 405.

[0250] The return light which the light irradiated by the record medium 401 reflects in respect of the transparence substrate 404 side in the transparence substrate 405, and produces passes an objective lens 420, it becomes the parallel flux of light, and is reflected by the mirror 419, and it passes the quadrant wavelength plate 418, and turns into light of S polarization from an objective lens 420. The relay lens system 417 is passed, it is reflected in respect of the polarization beam splitter of a polarization beam splitter 416, and incidence of this light is carried out to a photodetector 422. Based on the output of this photodetector 422, the focal error signal about an objective lens 420 is obtained by the approach explained using drawing 11, and the same approach. And based on this focal error signal, by the actuator 421, the location of an objective lens 420 is adjusted and the focus servo about an objective lens 420 is performed.

[0251] Moreover, the light which the record medium 401 irradiated and passed the record medium 401 passes an objective lens 435, it becomes the parallel flux of light, and is reflected by the mirror 434, and it passes the quadrant wavelength plate 433, and turns into light of S polarization from an objective lens 420. The relay lens system 432 is passed, it is reflected in respect of the polarization beam splitter of a polarization beam splitter 431, and incidence of this light is carried out to a photodetector 437. Based on the output of this photodetector 437, the focal error signal about an objective lens 435 is obtained by the approach explained using drawing 11, and the same approach. And based on this focal error signal, by the actuator 436, the location of an objective lens 435 is adjusted and the focus servo about an objective lens 435 is performed.

[0252] Moreover, based on one [at least] output of a photodetector 422,437, a tracking error signal is acquired by the approach explained using drawing 12 and drawing 13, and the same approach. Furthermore, based on one [at least] output of a photodetector 422,437, while a basic clock is generated, the address is recognized.

[0253] Next, the operation at the time of informational record is explained. At the time of record, the semiconductor laser 411 for record playback carries out outgoing radiation of the light, and the semiconductor laser 412 for servoes does not carry out outgoing radiation of the light. At the time of record, a shutter 428 is made into a transparency condition, and according to the information to record, by choosing the phase of outgoing radiation light from binary or three values or more for every pixel, the phase space optical modulator 430 modulates the phase of light spatially, and

generates information light. Moreover, according to a predetermined modulation pattern, by choosing the phase of outgoing radiation light from binary or three values or more for every pixel, the phase space optical modulator 415 modulates the phase of light spatially, and generates the reference beam for record.

[0254] A controller 90 gives the information on the modulation pattern chosen by the modulation pattern or control unit 91 which oneself chose according to predetermined conditions to the phase space optical modulator 415, and the phase space optical modulator 415 modulates the phase of the passing light spatially according to the information on the modulation pattern given from a controller 90. The output of the outgoing radiation light of the semiconductor laser 411 for record playback is made into the high power for record in pulse. In addition, a focus servo and a tracking servo are not performed for the period when the outgoing radiation light of an objective lens 420,435 passes through fields other than an address servo field under control by the controller 90.

[0255] The semiconductor laser 411 for record playback carries out outgoing radiation of the light of P polarization and S polarization. The outgoing radiation light of this semiconductor laser 411 passes 1/2 wavelength plate 424, and turns into light containing P polarization component and S polarization component. The polarization beam splitter side of a polarization beam splitter 425 is penetrated, it is reflected by the mirror 426, and the light of P polarization component from 1/2 wavelength plate 424 is reflected in the reflector of a dichroic mirror 414. This light passes the phase space optical modulator 415, and turns into a reference beam for record. This reference beam for record penetrates the polarization beam splitter side of a polarization beam splitter 416, passes the relay lens system 417, passes the quadrant wavelength plate 418, and turns into light of the circular polarization of light. It is reflected by the mirror 419, incidence is carried out to an objective lens 420, and it is condensed with this objective lens 420, and this reference beam for record is irradiated by the record medium 401, converging so that it may become a minor diameter most on the field by the side of the transparence substrate 404 in the transparence substrate 405. And the reference beam for record passes the information recording layer 403, emitting in a record medium 401.

[0256] On the other hand, it is reflected in respect of the polarization beam splitter of a polarization beam splitter 425, and is further reflected in respect of the polarization beam splitter of a polarization beam splitter 427, and the light of S polarization component from 1/2 wavelength plate 424 passes a shutter 428, passes 1/2 wavelength plate 429, and turns into light of P polarization. This light passes the phase space optical modulator 430, and turns into information light. This information light penetrates the polarization beam splitter side of a polarization beam splitter 431, passes the relay lens system 432, passes the quadrant wavelength plate 433, and turns into light of the circular polarization of light. It is reflected by the mirror 434, incidence is carried out to an objective lens 435, and it is condensed with this objective lens 435, and this information light is irradiated by the record medium 401, converging so that it may become a minor diameter most on the field by the side of the transparence substrate 404 in the transparence substrate 405. And information light passes the information recording layer 403, converging into a record medium 401.

[0257] In addition, with the gestalt of this operation, the optical path length of an optical path from the semiconductor laser 411 for record playback to an objective lens 420 and the optical path length of an optical path from the semiconductor laser 411 for record playback to an objective lens 435 are equal.

[0258] In the information recording layer 403, when information light and the reference beam for record interfere, an interference pattern is formed and the output of the outgoing radiation light of semiconductor laser 411 turns into high power for record, this interference pattern is recorded in volume in the information recording layer 403, and the hologram of a reflective mold (Lippmann mold) is formed.

[0259] Next, the operation at the time of informational playback is explained. At the time of playback, the semiconductor laser 411 for record playback carries out outgoing radiation of the light, and the semiconductor laser 412 for servoes does not carry out outgoing radiation of the light. At the time of playback, a shutter 428 is made into a cut off state, and according to a predetermined modulation pattern, by choosing the phase of outgoing radiation light from binary or three values or more for every pixel, the phase space optical modulator 415 modulates the phase of light spatially, and generates the reference beam for playback. The reference beam for playback follows the same

path as the reference beam for record, and it is irradiated by the record medium 401, converging so that it may become a minor diameter most on the field by the side of the transparence substrate 404 in the transparence substrate 405. And the reference beam for playback passes the information recording layer 403, emitting in a record medium 401.

[0260] In the information recording layer 403, the playback light corresponding to the information light at the time of record occurs by irradiating the reference beam for playback. The phase of light is spatially modulated like the information light at the time of record by this playback light. Emitting, after going on to the transparence substrate 405 side and becoming a minor diameter most on the field by the side of the transparence substrate 404 in the transparence substrate 405, converging, outgoing radiation of the playback light is carried out from a record medium 401, and it passes an objective lens 420, it becomes the parallel flux of light, and is reflected by the mirror 419, and it passes the quadrant wavelength plate 418, and turns into light of S polarization. The relay lens system 417 is passed, it is reflected in respect of the polarization beam splitter of a polarization beam splitter 416, and incidence of this playback light is carried out to a photodetector 422.

[0261] Moreover, being reflected on the field by the side of the transparence substrate 404 in the transparence substrate 405, and emitting, outgoing radiation of a part of reference beam for playback irradiated by the record medium 401 is carried out from a record medium 401, and it passes an objective lens 420, it becomes the parallel flux of light, and is reflected by the mirror 419, and it passes the quadrant wavelength plate 418, and serves as light of S polarization. The relay lens system 417 is passed, it is reflected in respect of the polarization beam splitter of a polarization beam splitter 416, and incidence of this playback light is carried out to a photodetector 422.

[0262] Playback light and the reference beam for playback reflected on the field by the side of the transparence substrate 404 in the transparence substrate 405 pile up in fact, a synthetic light is generated, and this synthetic light is received by the photodetector 422. A synthetic light turns into light by which reinforcement was modulated spatially corresponding to the recorded information. Therefore, by the photodetector 422, the two-dimensional pattern of synthetic luminous intensity is detected, and, thereby, information is reproduced.

[0263] In addition, the informational record and the reproductive principle in the gestalt of this operation are the same as that of the gestalt of the 4th operation.

[0264] With the gestalt of this operation, with an actuator 421,436, the location of an objective lens 420,435 can be changed in the direction perpendicular to the field of a record medium 401, and, thereby, a focus servo can be carried out to it. Moreover, with the gestalt of this operation, by moving the optical head 440 whole to radial [of a record medium 401], the location of an objective lens 420,435 can be changed to radial [of a record medium 401], and, thereby, access and the tracking servo to a desired track can be carried out to it with the driving gear 484 shown in drawing 35. Moreover, with the gestalt of this operation, the location of an objective lens 420,435 can be changed in the direction which meets a track mostly by rotating the 2nd moving part 442 to the 1st moving part 441 with a coil 444 and a magnet 445. Thereby, control which the exposure location of information light and the reference beam for record is made to follow to an information record section can be performed. In this control, driver voltage as shown in drawing 16 (b) may be supplied to a coil 444 like the gestalt of the 1st operation, as shown in drawing 16 (a), the location of an objective lens 420,435 may be changed, and as shown below, the location of an objective lens 420,435 may be changed by the simpler approach.

[0265] Here, with reference to drawing 38, how to change the location of an objective lens 420,435 by the simpler approach is explained. Drawing 38 shows an example of change of the location of an objective lens 420,435, and change of the driver voltage to a coil 444. In drawing 38, (a) shows change of the location of an objective lens 420,435, and (b) shows change of driver voltage. By this approach, as shown in drawing 38 (a), simple harmonic motion of the location of an objective lens 420,435 is carried out a core [a neutral location]. And by this approach, the passing speed of the location of an objective lens 420,435 makes the period which becomes almost equal to the passing speed of the information record section in a record medium 401 the flattery period T1, and makes other periods the catch-up period T2.

[0266] As shown in drawing 38 (a), when changing the location of an objective lens 420,435, as shown in drawing 38 (b), the driver voltage which changes in the shape of a sine wave can be used.

Such driver voltage can make it generate easily by constituting an oscillator circuit and a resonance circuit. In addition, when preparing two or more information record sections between two adjacent address servo fields, it is possible by controlling the phase of driver voltage to choose the information record section which the location of an objective lens 420,435 is made to follow.

[0267] In addition, the simple control approach as shown in drawing 38 can be used also in the gestalt of the 1st thru/or the 4th operation.

[0268] The configuration of others in the gestalt of this operation, an operation, and effectiveness are the same as the gestalt of the 4th operation.

[0269] In addition, this invention is not limited to the gestalt of each above-mentioned implementation, but various modification is possible for it. For example, this invention is applicable also to what records information not only on what records information on the rotating disc-like record medium but on record media, such as the shape of a card which moves linearly.

[0270] Moreover, although address information etc. was beforehand recorded on the address servo field in a record medium by the embossing pit, you may make it record address information etc. with the gestalt of each above-mentioned implementation, without preparing an embossing pit beforehand, as it is the following. In this case, in an information recording layer, the laser beam of high power is irradiated alternatively at the part near the field of one of these, and it formats by recording address information etc. by changing the refractive index of that part alternatively.

[0271]

[Effect of the Invention] As explained above, by the optical information recording device according to claim 1 to 7 or the optical information record approach according to claim 8, the exposure location of information light and a reference beam is moved so that the exposure location of information light and a reference beam may follow a predetermined period and one information record section where it moves. Thereby, it is continued by irradiating a predetermined period and one information record section information light and a reference beam. Therefore, according to this invention, only sufficient time amount to record information on an information record section becomes possible [irradiating information light and a reference beam in an information record section], without producing the gap with the exposure location of an information record section, information light, and a reference beam. Consequently, according to this invention, the effectiveness that information is recordable on each information record section using holography is done so, moving the record medium which has two or more information record sections using the practical light source.

[0272] Moreover, since it had a means to detect the identification information for identifying each information record section according to the optical information recording device according to claim 4, the effectiveness of becoming possible to identify each information record section easily is done so.

[0273] Moreover, since it had a means to detect the positioning information for doubling the exposure location of the information light and the reference beam to each information record section according to the optical information recording device according to claim 5, the effectiveness of becoming possible to double easily the exposure location of information light and a reference beam to each information record section is done so.

[0274] Moreover, since it was made to irradiate according to the optical information recording device according to claim 6, completing information light and a reference beam so that it may become a minor diameter from the same field side most to an information recording layer in the same location in same axle and, the effectiveness that the configuration of the optical system for record can be simplified is done so.

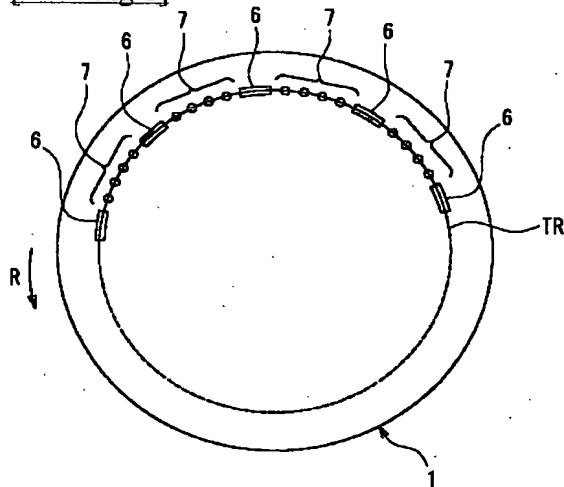
[0275] Moreover, since it was made to irradiate according to the optical information recording device according to claim 7, completing information light and a reference beam so that it may become a minor diameter from an opposite field side most mutually to an information recording layer in the same location in same axle and, the effectiveness that the configuration of the optical system for record can be simplified is done so.

[Translation done.]

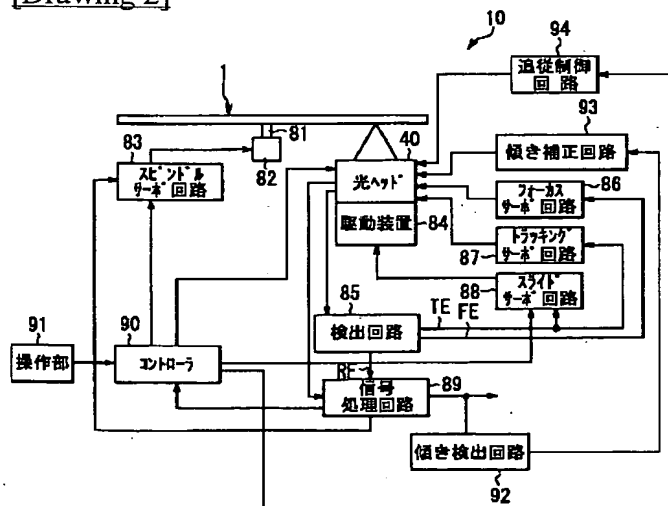
JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

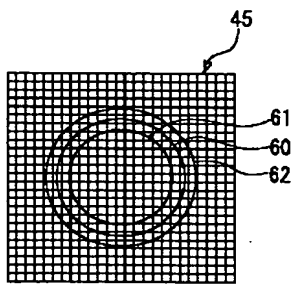
[Drawing 1]



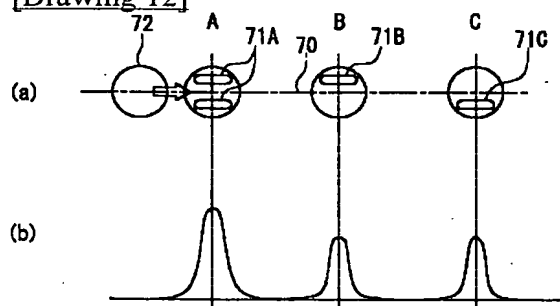
[Drawing 2]



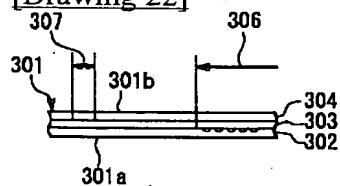
[Drawing 11]



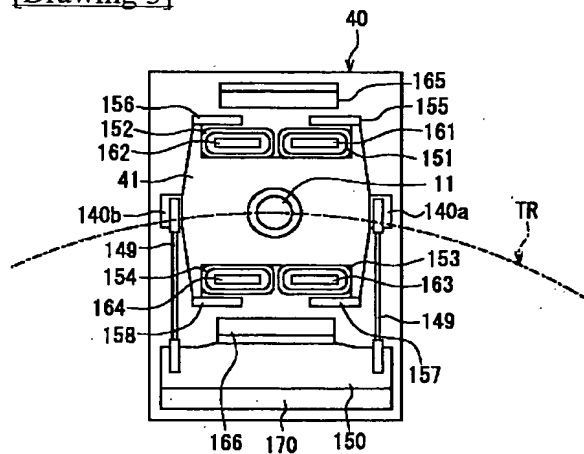
[Drawing 12]



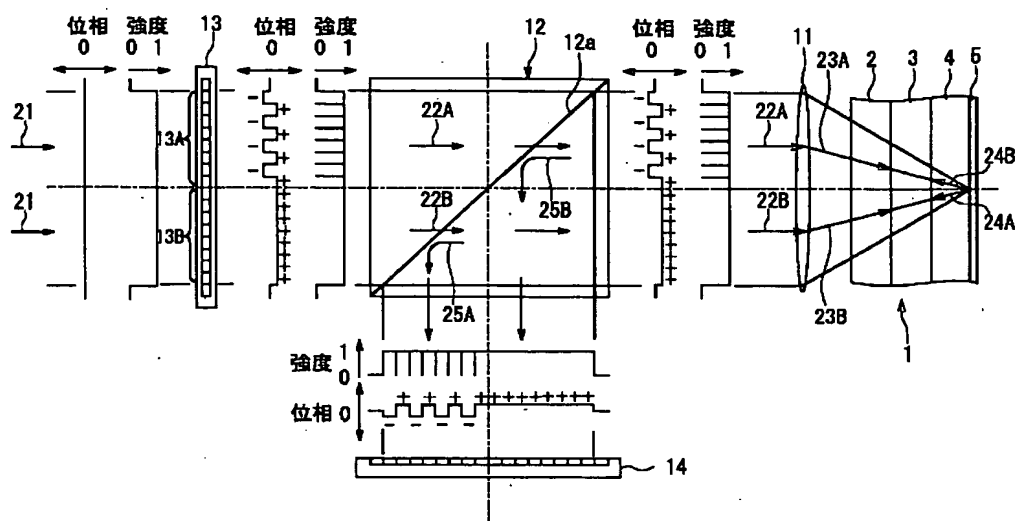
[Drawing 22]



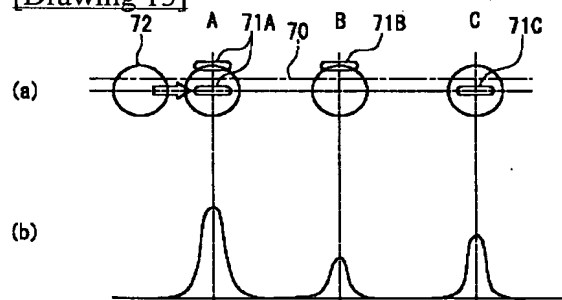
[Drawing 3]



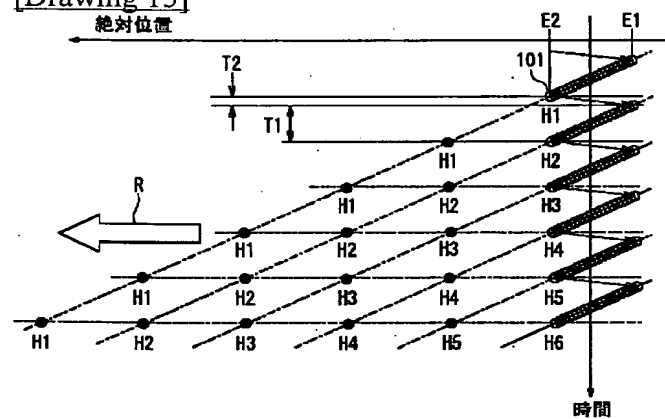
[Drawing 4]



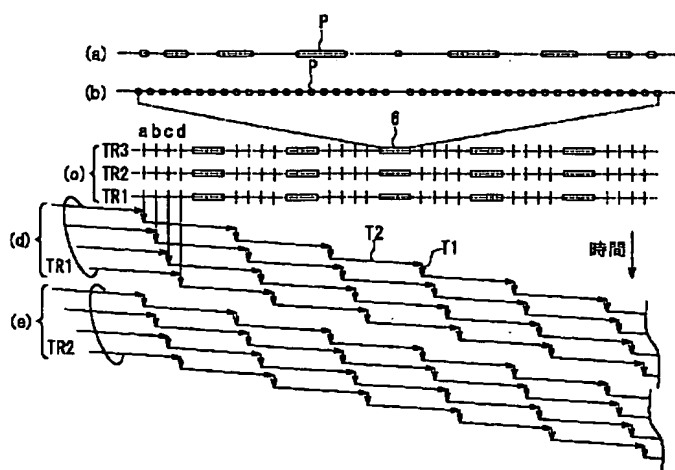
[Drawing 13]



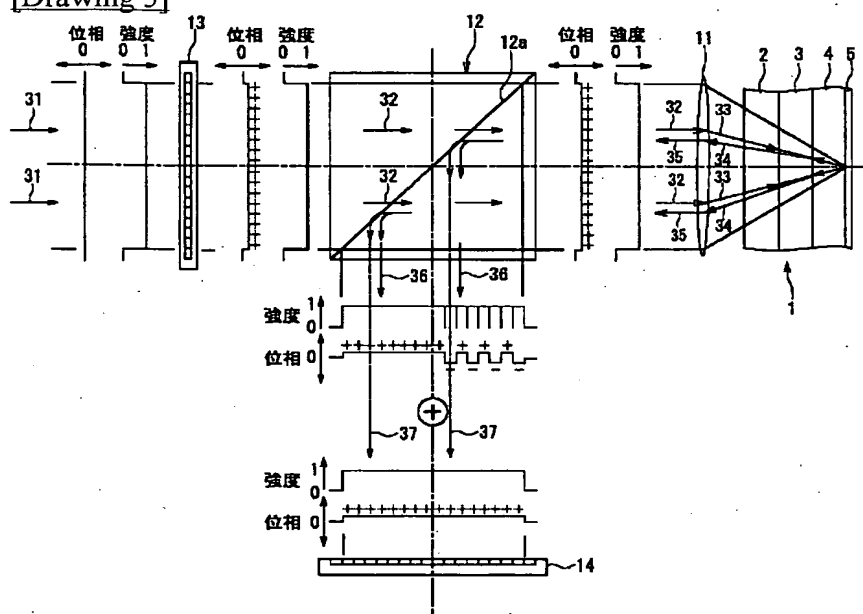
[Drawing 15]



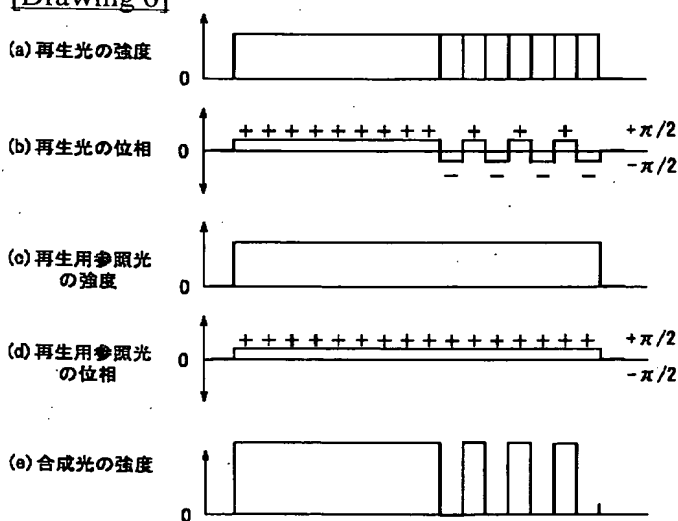
[Drawing 17]



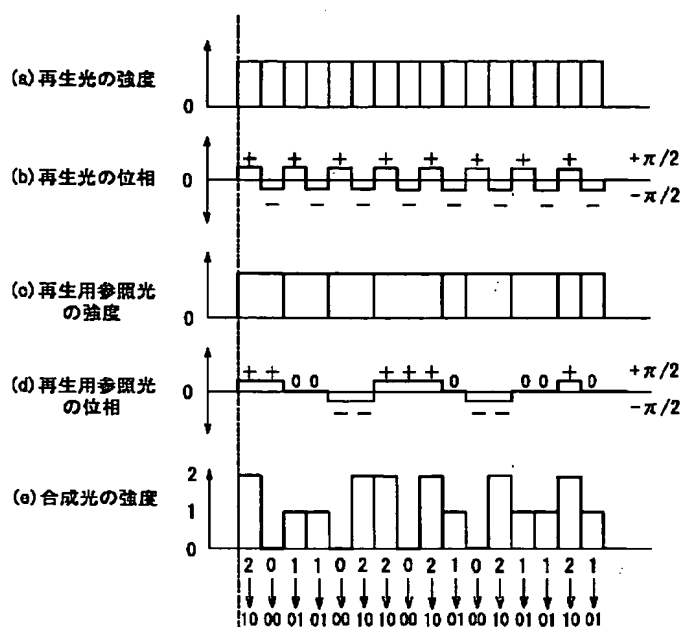
[Drawing 5]



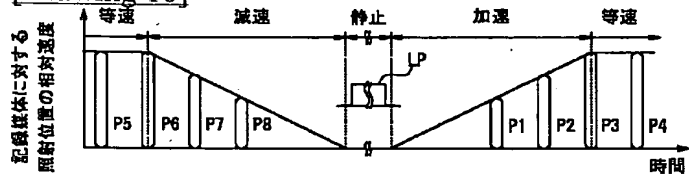
[Drawing 6]



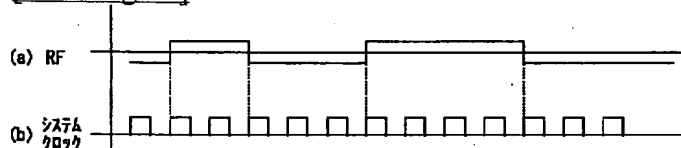
[Drawing 9]



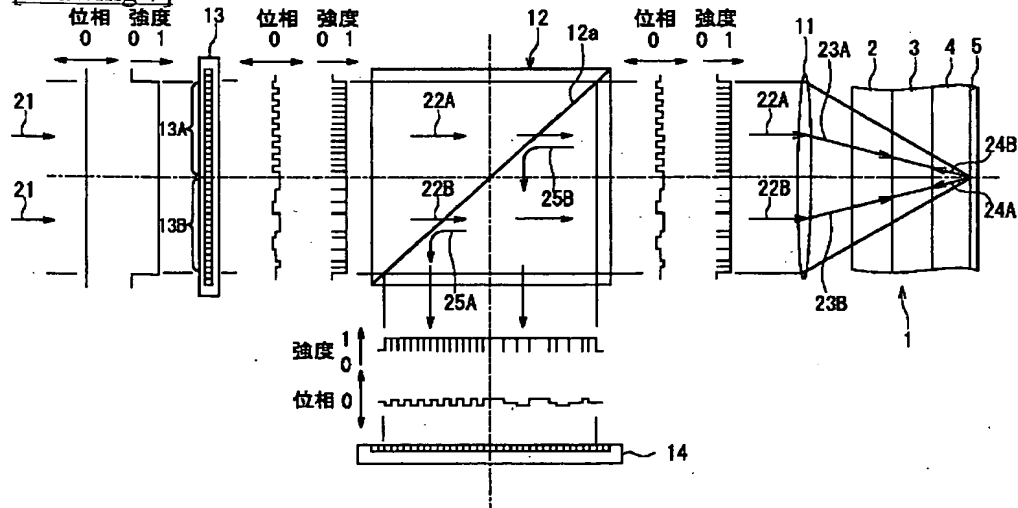
[Drawing 18]



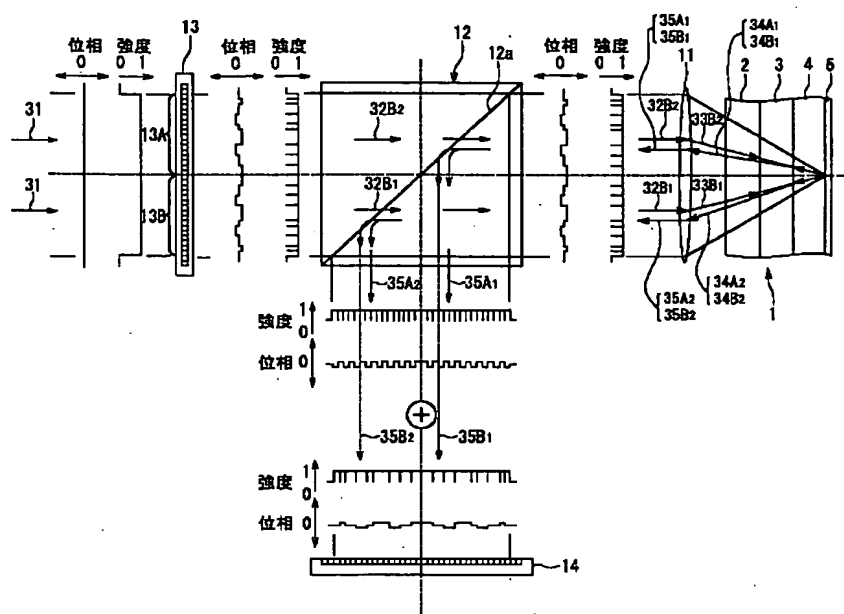
[Drawing 19]



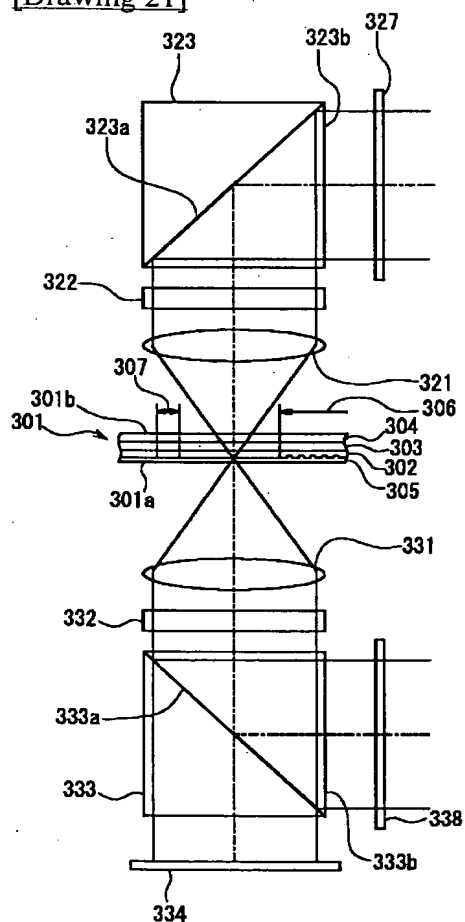
[Drawing 7]



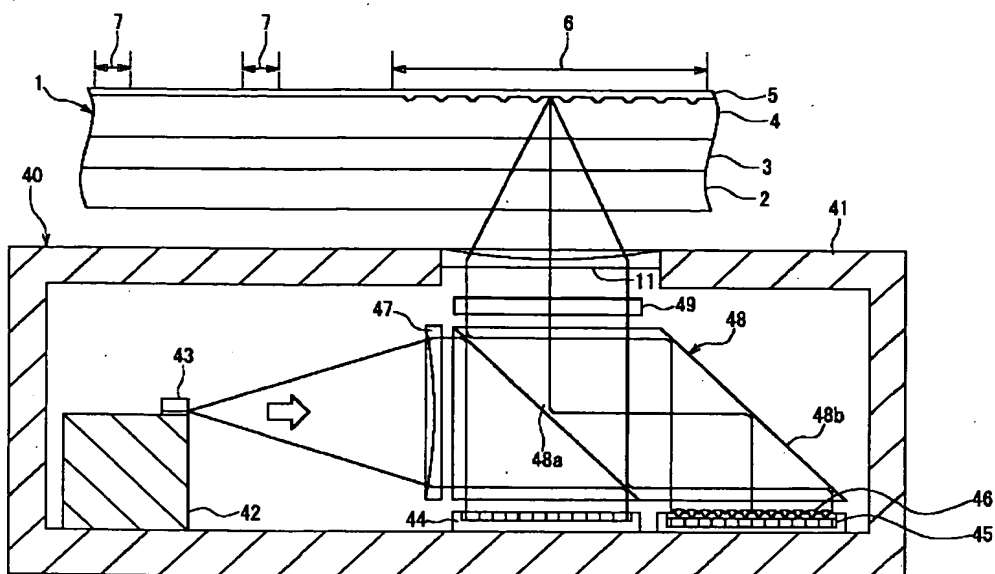
[Drawing 8]



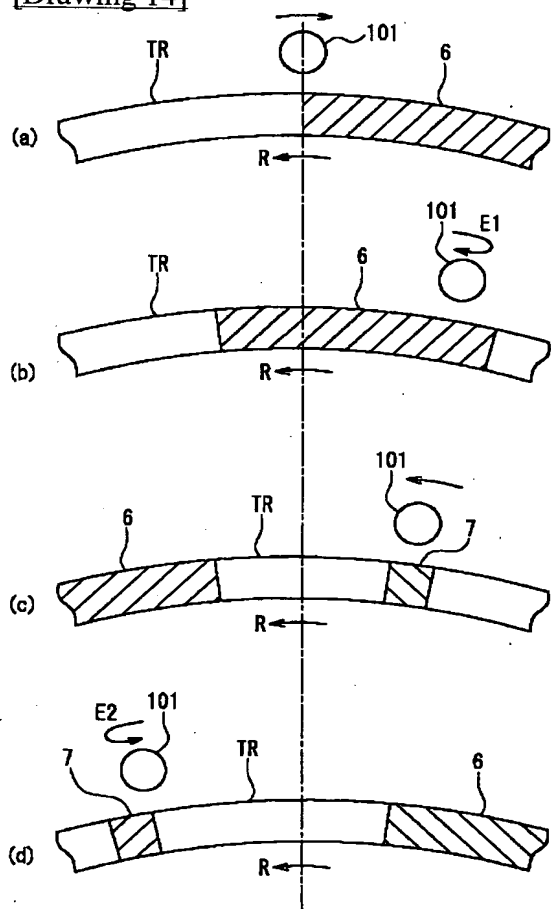
[Drawing 21]



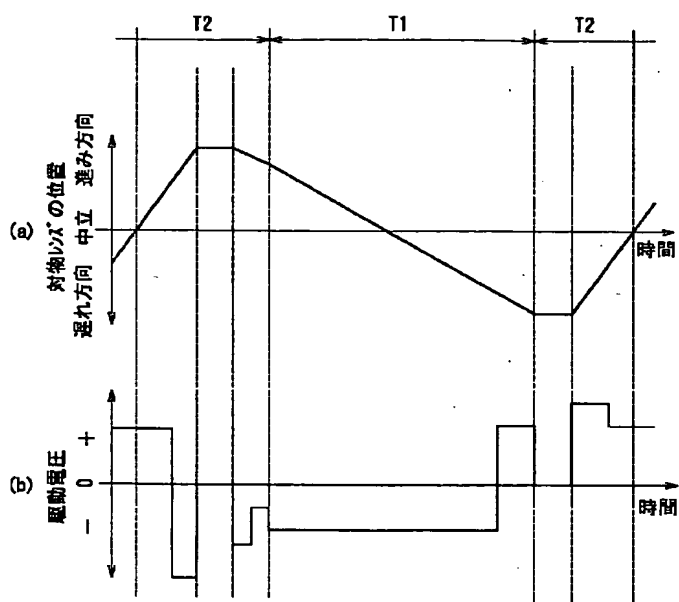
[Drawing 10]



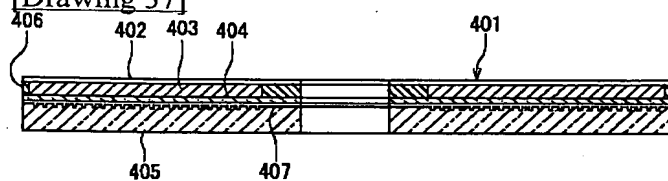
[Drawing 14]



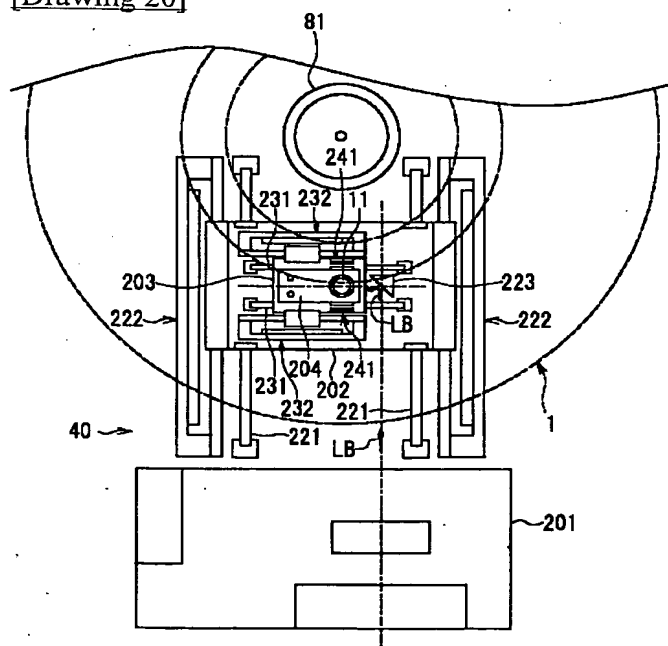
[Drawing 16]



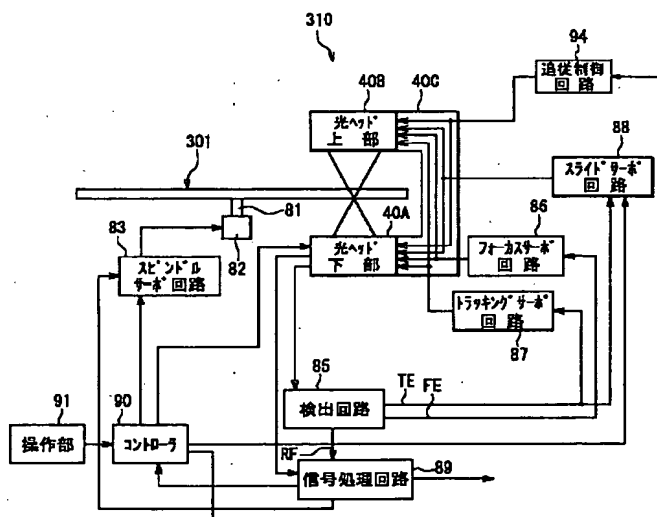
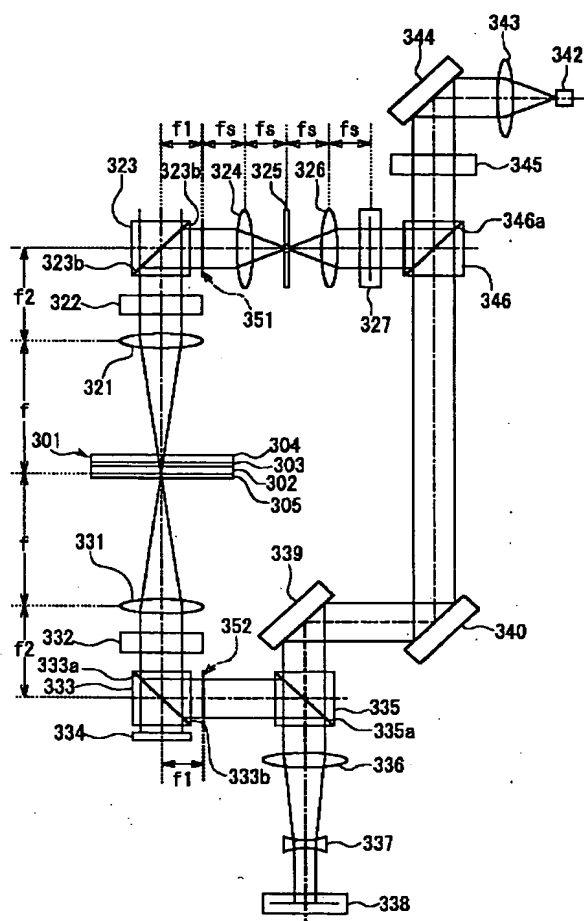
[Drawing 37]



[Drawing 20]

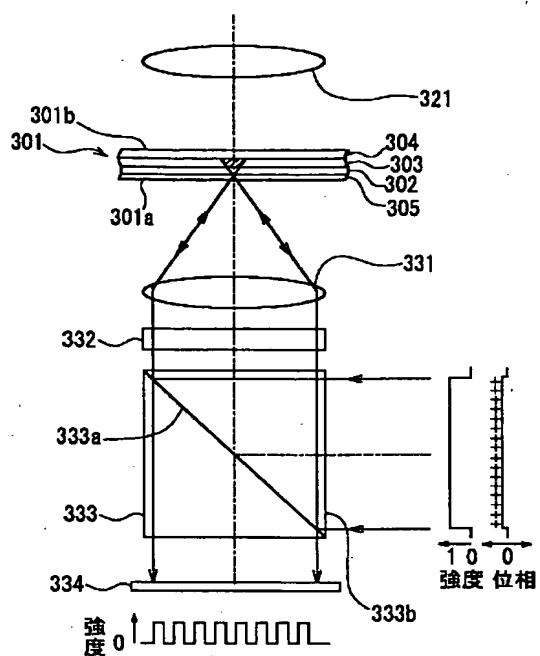


[Drawing 23]

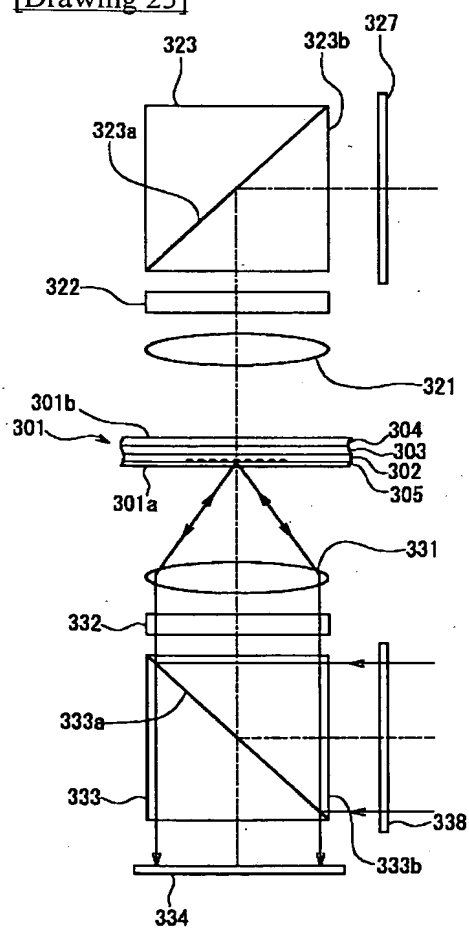


[Drawing 24]

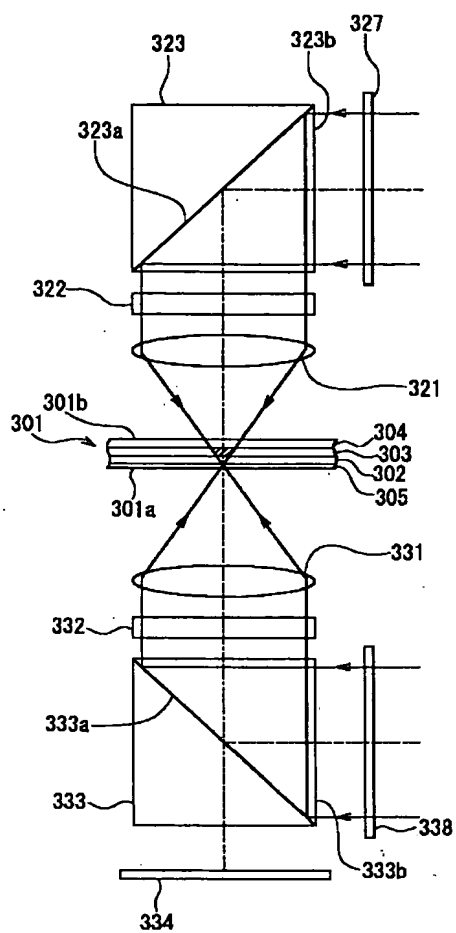
[Drawing 30]



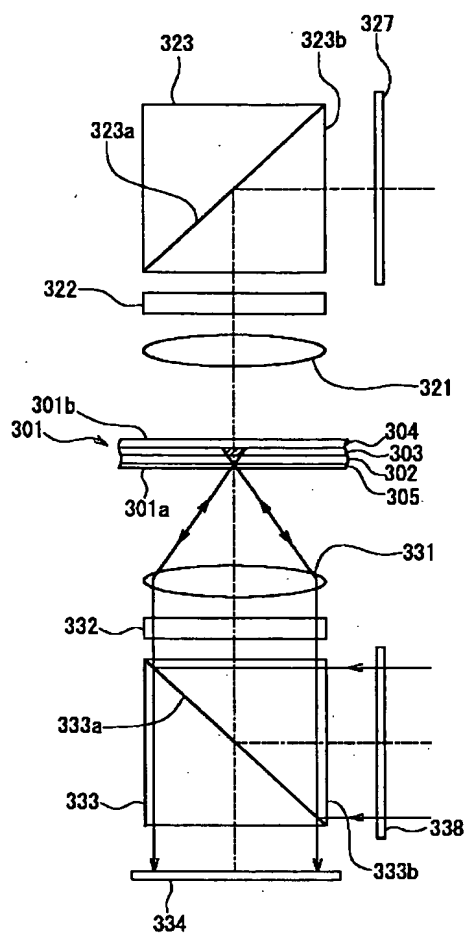
[Drawing 25]



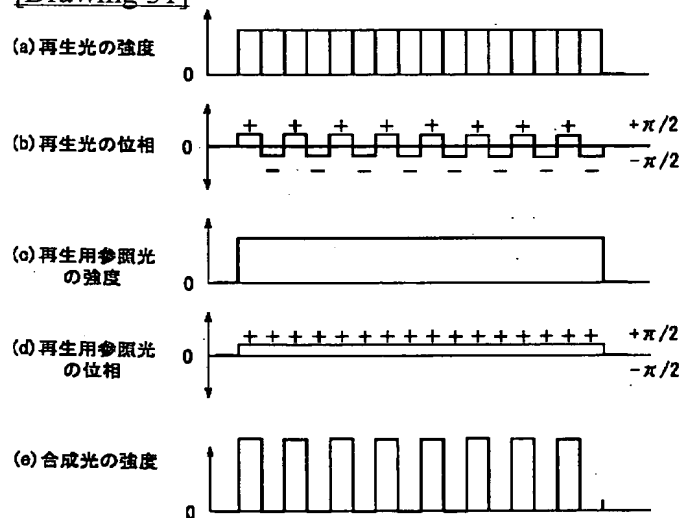
[Drawing 26]



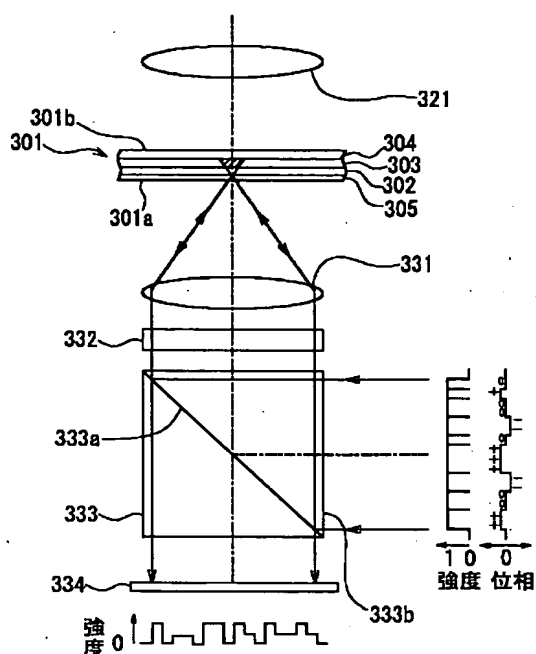
[Drawing 27]



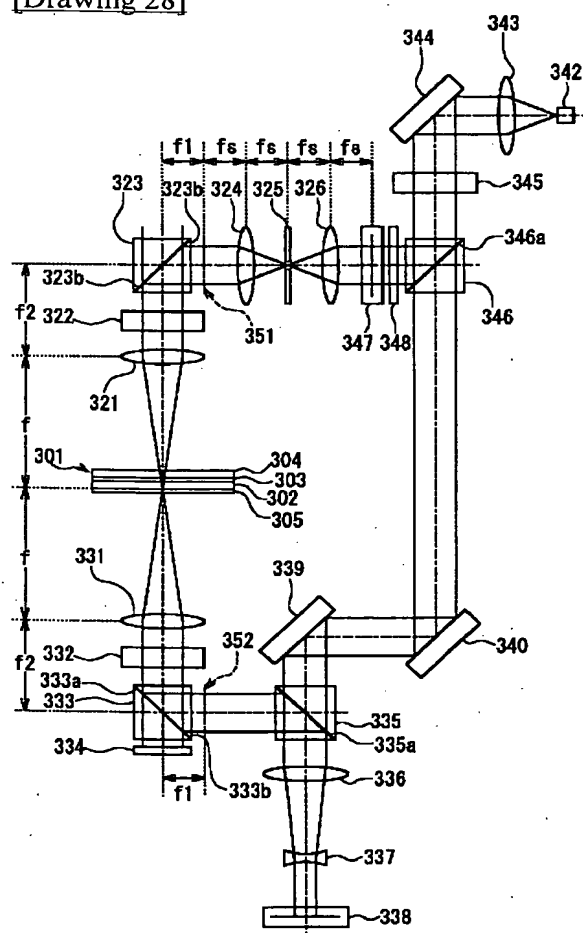
[Drawing 31]



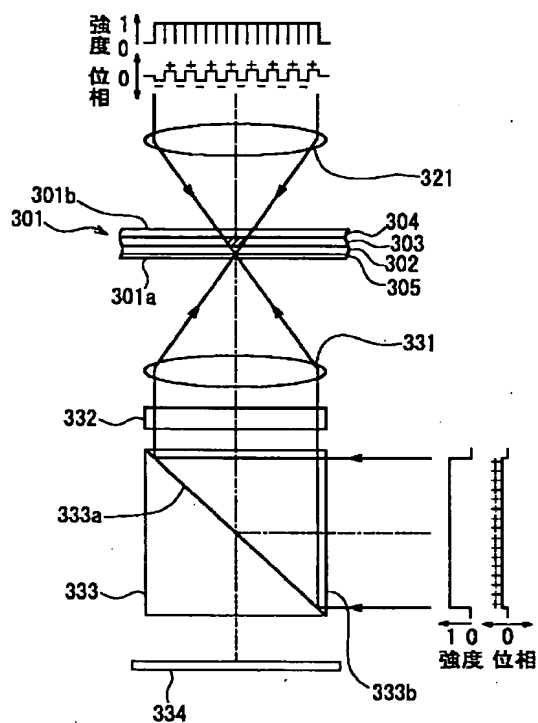
[Drawing 33]



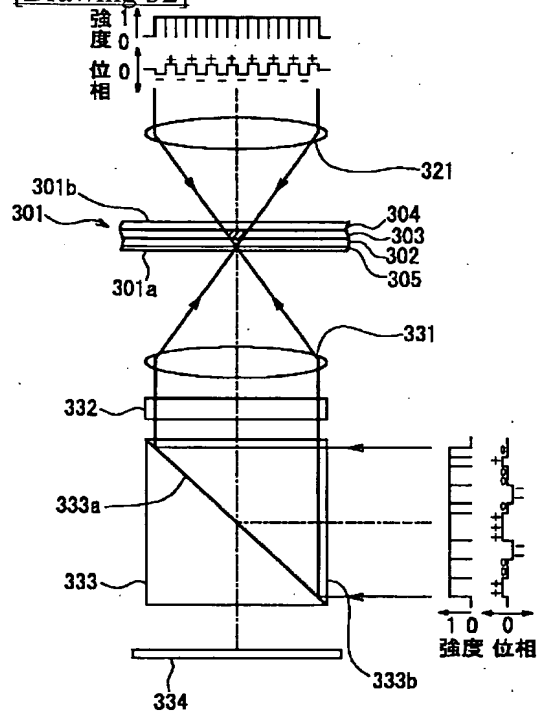
[Drawing 28]



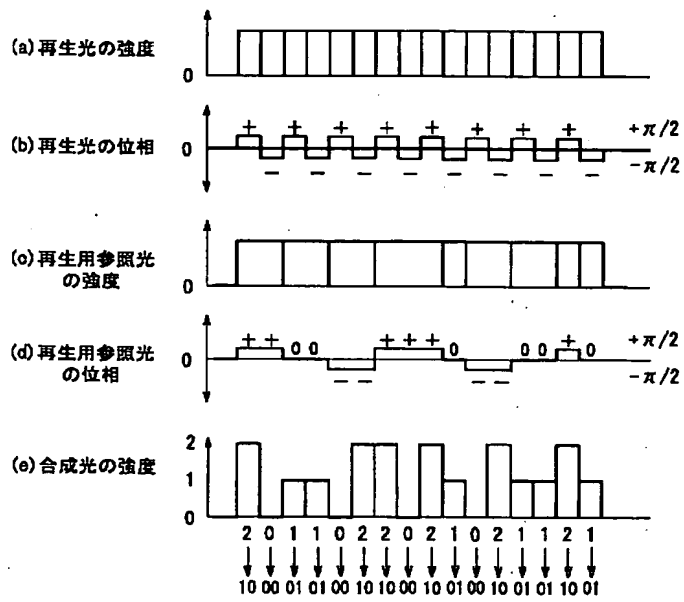
[Drawing 29]



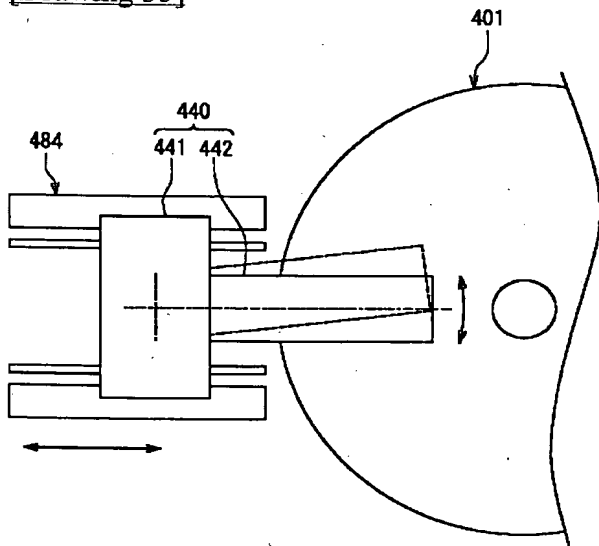
[Drawing 32]



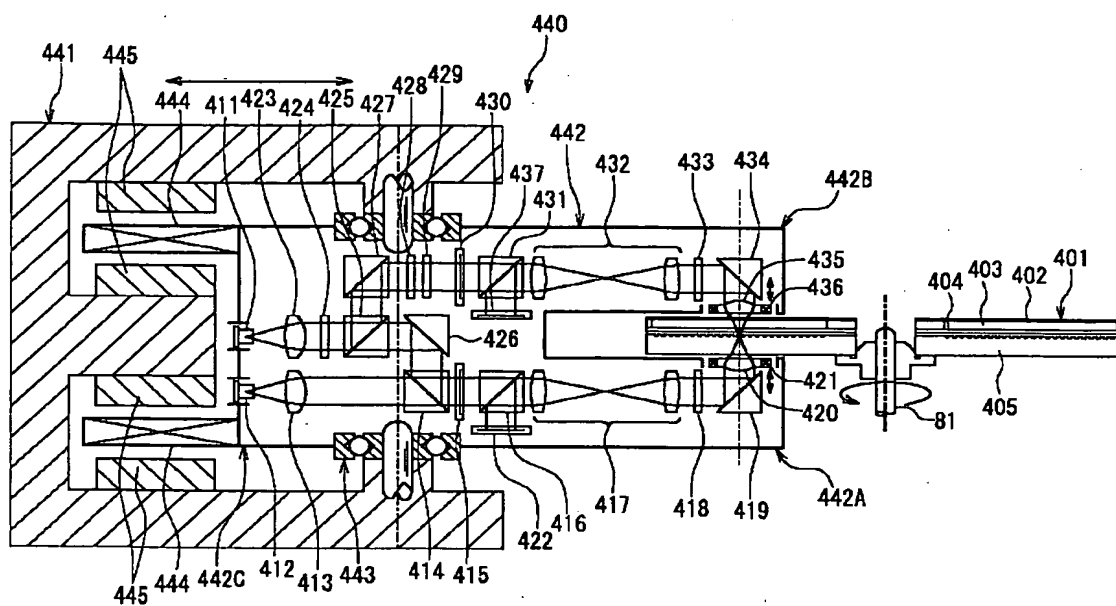
[Drawing 34]



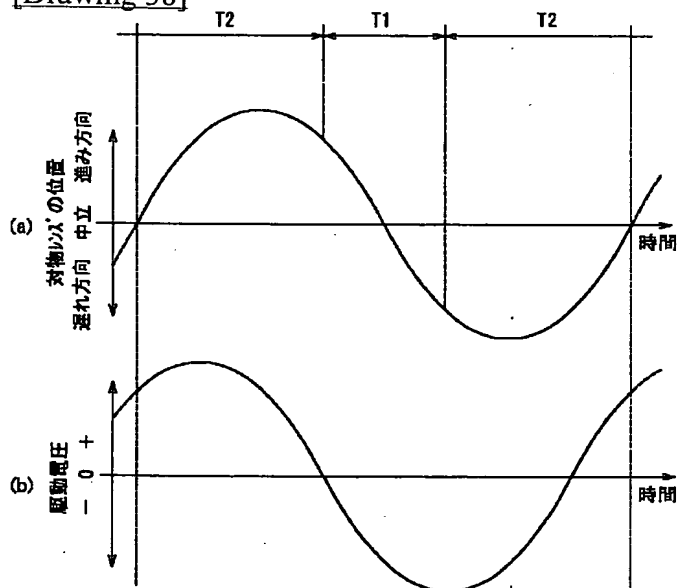
[Drawing 35]



[Drawing 36]



[Drawing 38]



[Translation done.]

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.